

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA ELECTRICA**



INFORME DE EXPERIENCIA LABORAL

**"PRUEBAS PARA PUESTA EN SERVICIO DE EQUIPOS DE ALTA Y EXTRA
ALTA TENSION DE LA SUBESTACION TRUJILLO NUEVA 220/500 kV"**

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO ELECTRICISTA

BACHILLER JUAN CARLOS SANCHEZ YGREDA

ASESOR DR. JUAN HERBER GRADOS GAMARRA

CALLAO, MAYO 2016

PERÚ

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELÉCTRICA



INFORME DE EXPERIENCIA LABORAL PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO ELECTRICISTA "PRUEBAS PARA PUESTA EN SERVICIO DE EQUIPOS DE ALTA Y
EXTRA ALTA TENSION DE LA SUBESTACION TRUJILLO NUEVA 220/500 kV"

PRESENTADO POR EL BACHILLER:

JUAN CARLOS SANCHEZ YGREDA

CALIFICACIÓN:

(16) DIECISEIS

Dr. Ing. SANTIAGO LINDER

RUBIÑOS JIMÉNEZ

Presidente de Jurado

Ing. ERNESTO RAMOS

TORRES

Secretario de Jurado

Ing. PEDRO ANTONIO

SANCHEZ HUAPAYA

Vocal de Jurado

CALLAO, PERU 2016

DEDICATORIA

A Dios, por ser la fortaleza de mi fe, la certeza de mi inspiración y por poner en mi camino a todas las personas que formaron parte de mi instrucción académica.

A mi padre Abelardo Sánchez, por sus sabias enseñanzas, por haberme enseñado cual era el camino a seguir con su ejemplo de vida.

A mi madre Yolanda Ygreeda, por darme la vida, por educarme con amor, por confiar en mí, por su apoyo incondicional e invaluable.

A mis hermanos y sobrinos por estar conmigo y ser la familia que lucha por sus objetivos.

A Felicita, Abelardo y Lizbeth Gastelú, por todo su apoyo, paciencia y comprensión.

A mis maestros los ingenieros, Roberto Ramirez, Manuel Casas, Justo Yanque, Fernando Oyanguren, Carlos Huayllasco, Luis Hernandez, Juan Grados, Cesar Rodriguez, por sus enseñanzas y fuente de inspiración para mi orientación al mundo de los Sistemas de Potencia y la Alta tensión.

Al Ing. Javier Lecca Días, por su apoyo y la oportunidad brindada para mi capacitación en fábrica SIEMENS AG (Berlín, Alemania).

A mi asesor el Ing. Juan Grados Gamarra, el agradecimiento por la atención, su tiempo y la asesoría brindada.

Todo este trabajo ha sido posible gracias a ellos.

INDICE DE CONTENIDOS

	Pág.
CARATULA	1
DEDICATORIA	3
INDICE DE CONTENIDOS	4
INDICE DE FIGURAS	6
INDICE DE TABLAS	7
RESUMEN	10
ABSTRACT	11
I. PLANTEAMIENTO DEL INFORME	12
1.1 Identificación del problema	12
1.2 Formulación del Problema.....	12
1.3 Objetivos del Informe	12
1.4 Justificación del Informe	13
1.5 Limitaciones y Facilidades	13
II. MARCO TEORICO	15
2.1 Antecedentes del informe	15
2.2 Resumen ejecutivo del informe	16
2.3 Ingeniería de la subestación Trujillo Nueva	19
2.4 Descripción general de los equipos de alta y extra alta tensión Instalados en la subestación Trujillo Nueva	22
2.5 Descripción general de la Subestación Trujillo Nueva	48
2.6 Pruebas realizadas al equipamiento de alta - extra alta tensión instalado en la subestación Trujillo Nueva	56
2.7 Glosario de términos	78
2.8 Abreviaturas Utilizadas	80
III. METODOLOGIA	81
3.1 Planeamiento de las actividades de pruebas eléctricas	81

3.2 Medios de comunicación, transporte y equipos asignados para el desarrollo de las actividades de pruebas eléctricas	87
3.3 Tareas previas antes de la ejecución de las pruebas	90
3.4 Procedimiento de Pruebas eléctricas a los equipos de Alta y extra alta tensión de la Subestación Trujillo Nueva	93
IV. RESULTADOS	130
4.1 Resultados Técnicos	130
4.2 Resultados Económicos	134
V. CONCLUSIONES	136
VI. RECOMENDACIONES	137
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	138
VIII.ANEXOS	139
Anexo 1 Carta de adjudicación del Proyecto de Pruebas Eléctricas	140
Anexo 2 Diagramas Unifilares de la subestación Trujillo Nueva	142
Anexo 3 Planos Electromecánicos de la Subestación Trujillo Nueva	158
Anexo 4 Protocolo de Pruebas en Blanco Subestación Trujillo Nueva	175

Índice de Figuras

	Pág.
Figura 1: Ubicación Geográfica del Proyecto.....	21
Figura 2: Ubicación Geográfica de la Subestación Trujillo Nueva.....	22
Figura 3: Diagrama unifilar de las subestaciones del Proyecto	23
Figura 4, Configuración interruptor y medio, D1 (Diámetro 1), D2 (Diámetro 2) ..	26
Figura 5, Configuración doble barra más seccionador de transferencia	27
Figura 6, Pararrayos 500 kV, marca TRIDELTA - Placa de características técnicas Subestación Trujillo Nueva	29
Figura 7, Pararrayos 220 kV, marca TRIDELTA - Placa de características Técnicas Subestación Trujillo Nueva	29
Figura 8, Seccionadores 500 kV (Semipantografo - SPV), marca ALSTOM, subestación Trujillo Nueva	32
Figura 9, Placa de características técnicas del seccionador semipantografo SPV, subestación Trujillo Nueva	32
Figura 10, Seccionadores 500 kV (Doble apertura - S3CD), marca ALSTOM, subestación Trujillo Nueva	33
Figura 11, Placa de características técnicas del seccionador doble apertura S3CD, subestación Trujillo Nueva	33
Figura 12, Seccionadores 220 kV (Semipantografo - SPV), marca ALSTOM, subestación Trujillo Nueva	34
Figura 13, Placa de características técnicas del seccionador semipantografo SPV, subestación Trujillo Nueva ..	34
Figura 14, Seccionadores 220 kV (Doble apertura - S3C), marca ALSTOM, subestación Trujillo Nueva	35

Figura 15, Placa de características técnicas del seccionador doble apertura S3C, subestación Trujillo Nueva	35
Figura 16, Desarrollo de interrupción de una falla trifásica	37
Figura 17, Interruptor de Potencia 500 kV, marca SIEMENS tipo 3AP2FI, subestación Trujillo Nueva	41
Figura 18, Interruptor de Potencia 220 kV, marca SIEMENS tipo 3AP1FI, subestación Trujillo Nueva	41
Figura 19, Placa de características técnicas del interruptor de potencia 3AP2FI, subestación Trujillo Nueva	42
Figura 20, Placa de datos característica del interruptor de potencia 3AP2FI, marca SIEMENS en 220 kV	43
Figura 21, Transformadores de Corriente 500 kV, marca ARTECHE tipo CA-545, subestación Trujillo Nueva	46
Figura 22, Placa de características técnicas del transformador de corriente CA-545, subestación Trujillo Nueva	46
Figura 23, Transformadores de Corriente 500 kV, marca ARTECHE tipo CA-245, subestación Trujillo Nueva	47
Figura 24, Placa de características técnicas del transformador de corriente CA-245, subestación Trujillo Nueva	47
Figura 25, Transformador de tensión tipo capacitivo	48
Figura 26, Diagrama del transformador de tensión tipo capacitivo, instalados en la subestación Trujillo Nueva	49

Figura 27, Transformadores de tensión 500 kV, marca ARTECHE, tipo DFK-525, subestación Trujillo Nueva	51
Figura 28, Placa de características técnicas del transformador de tensión DFK-525, subestación Trujillo Nueva	51
Figura 29, transformador de tensión 245 kV, tipo DFK-245, marca ARTECHE, instalados en las subestaciones del proyecto	52
Figura 30, Placa de características técnicas del transformador de tensión DFK-245, subestación Trujillo Nueva	52
Figura 31, Vista interna Subestación Trujillo Nueva 220/500 kV	53
Figura 32, Diagrama unifilar de la SSEE Trujillo Nueva 500 kV	55
Figura 33, Diagrama unifilar de la SSEE Trujillo Nueva 220 kV salidas de línea	59
Figura 34, Diagrama unifilar de la SSEE Trujillo Nueva 220 kV, Celda del AUT85-523	60
Figura 35, Diagrama unifilar de la SSEE Trujillo Nueva 220 kV, Celda del Acople de barras	60
Figura 36, Campo de Pruebas SIEMENS SA, Bogotá	62
Figura 37, Clasificación de las pruebas para Puesta en servicio	63
Figura 38, Campo de Pruebas SIEMENS SA, Bogotá	67
Figura 39, Conexiones para pruebas de resistencia de aislamiento	68
Figura 40, Representación del modelo paralelo del aislamiento	69

Figura 41, Diagrama fasorial del circuito presentado	70
Figura 42, Circuito simplificado del equipo de pruebas del factor de potencia	72
Figura 43, Conexión para modo de prueba UST	73
Figura 44, Conexión para modo de prueba GST	73
Figura 45, Conexión para modo de prueba GST Guarda	74
Figura 46, Modelo para medición de baja resistencia	75
Figura 47, seccionadores de potencia en posición cerrada	76
Figura 48, Interruptor de potencia en posición cerrada	77
Figura 49, Curva de saturación de Núcleos de Protección	80
Figura 50, Gráfica del tránsito de la posición cerrada a la posición abierta	82
Figura 51, Gráfica del tránsito de la posición abierta a la posición cerrada	82
Figura 52, Oficinas de Campo Subestación Trujillo Nueva	89
Figura 53, Conexionado para Prueba de Pérdida Dieléctrica de un interruptor de una Cámara	95
Figura 54, Conexionado para Prueba de Resistencia de Aislamiento del interruptor de Potencia	96
Figura 55, Conexionado para Prueba de Resistencia de Contactos del interruptor de Potencia	97
Figura 56, Conexionado para Prueba de Tiempos de operación del interruptor de Potencia	99

Figura 57, Conexionado para Prueba de Aislamiento del seccionador de Potencia	101
Figura 58, Conexionado para Prueba de Aislamiento del seccionador de Potencia	102
Figura 59, Conexionado para Prueba de Resistencia de Contactos del Seccionador	103
Figura 60, Conexionado para lectura de corriente del motor del Seccionador	104
Figura 61, Conexionado para Prueba de Aislamiento del Pararrayo	105
Figura 62, Conexionado para Prueba de Aislamiento del Pararrayo	106
Figura 63, Conexionado para Prueba de Aislamiento del Pararrayo	107
Figura 64, Conexionado para Prueba de Aislamiento del Pararrayo.....	108
Figura 65, Conexionado para Prueba de tangente delta	110
Figura 66, Conexionado para Prueba de resistencia de aislamiento	112
Figura 67, Conexionado para Prueba de resistencia de aislamiento	113
Figura 68, Conexionado para Prueba de resistencia de aislamiento	114
Figura 69, Conexionado para Prueba de resistencia de aislamiento	115
Figura 70, Conexionado para Prueba de resistencia de aislamiento	116
Figura 71, Conexionado para Prueba de resistencia de núcleos	117
Figura 72, Conexionado para Prueba de resistencia de núcleos	118
Figura 73, Conexionado para Prueba de factor de potencia - caso 1 GSTgA	121

Figura 74, Conexionado para Prueba de factor de potencia - caso 1	
UST-A	122
Figura 75, Conexionado para Prueba de factor de potencia - caso 3 – GST	123
Figura 76, Conexionado para Prueba de Resistencia de Aislamiento	
Alta - Tierra	124
Figura 77, Conexionado para Prueba de Resistencia de Aislamiento	
Alta – Baja	125
Figura 78, Conexionado para Prueba de Resistencia de Aislamiento	
Baja – Tierra	125
Figura 79, Conexionado para Prueba de Relación de transformación	126
Figura 80, Conexionado para prueba de resistencia de devanados	127

Índice de Tablas

	Pág.
Tabla 1: Características técnicas de las líneas de transmisión	19
Tabla 2: Características técnicas de los equipos de alta tensión	20
Tabla 3: Características técnicas de los pararrayos del proyecto	24
Tabla 4: Características técnicas de los seccionadores del proyecto	26
Tabla 5: Características técnicas de los interruptores del proyecto	35
Tabla 6: Características técnicas de los transformadores de corriente	40
Tabla 7: Clases de precisión de los transformadores de tensión	45
Tabla 8: Características técnicas de los transformadores de tensión	44
Tabla 9: Tabla para corrección de la resistencia de aislamiento	61
Tabla 10: Comparación entre el valor de factor de potencia y el factor de disipación	65
Tabla 11: Tabla de análisis general de riesgos	84
Tabla 12: Tabla para el uso de equipos de protección personal	85
Tabla 13: Modos de Prueba para hallar la capacitancia y pérdidas dieléctricas	90
Tabla 14: Pruebas de tiempo a realizar	94
Tabla 15: Modos de Prueba para la prueba de resistencia de aislamiento	108
Tabla 16: Modos de Prueba para la prueba de factor de potencia	117
Tabla 17: Modos de Prueba para la prueba de resistencia de aislamiento	120
Tabla 18: Valores de resistencia de contactos obtenidos en las pruebas SAT y FAT para interruptores 245 kV	126
Tabla 19: Valores de tiempos de operación obtenidos en campo para interruptores 245 kV	126

Tabla 20: Valores de tiempos de operación obtenidos en las pruebas FAT para interruptores 245 kV	127
Tabla 21: Valores de resistencia de contactos obtenidos en pruebas SAT para interruptores 550 kV	125
Tabla 22: Valores de resistencia de contactos obtenidos en pruebas FAT para interruptores 550 kV	125
Tabla 23: Valores de tiempos de cierre obtenidos en pruebas SAT para interruptores 550 kV	126
Tabla 24: Valores de tiempos de apertura por bobina 1, obtenidos en pruebas SAT interruptores 550 kV	128
Tabla 25: Valores de tiempos de apertura por bobina 2, obtenidos en pruebas SAT interruptores 550 kV	128
Tabla 26: Valores de tiempos de operación obtenidos en pruebas FAT para Interruptores 550 kV	129
Tabla 27: Valores de resistencia de contactos obtenidos en pruebas SAT - FAT para seccionadores 500 kV.....	129
Tabla 28: Valores de resistencia de contactos obtenidos en pruebas SAT - FAT para seccionadores 500 kV.....	130
Tabla 29: Gastos generales del proyecto ejecutado en la Subestación Trujillo Nueva	131

RESUMEN

El presente informe muestra de manera detallada la metodología seguida por la empresa SIEMENS SAC, para el desarrollo de todas las actividades previas y posteriores a la ejecución de las pruebas para puesta en servicio de los equipos de alta y extra alta tensión instalados en la subestación Trujillo Nueva 220/500 kV, la cual formo parte del Proyecto Pruebas para puesta en servicio de los equipos de Alta - extra Alta tensión, Zapallal - Trujillo 500 kV. En el cual me desempeñe como Ing. de Servicios y Coordinador del Proyecto.

El proyecto pruebas formo parte del proyecto "Reforzamiento del Sistema de Transmisión Zapallal - Trujillo, Norte Medio en 500 kV", de gran trascendencia para el Perú ya que permite enlazar en un nuevo nivel de tensión la zona centro del Perú con la zona norte.

La metodología de trabajo, ha sido desarrollada en base al marco general de los procedimientos de montaje y puesta en servicio del equipamiento de alta y extra alta tensión, desarrollado por el área de gestión del aseguramiento de la calidad con que cuenta la compañía SIEMENS SA (Sede Austral Andina, Colombia - Bogotá, 2010), cuya aplicación de manera correcta y disciplinada, demuestra ser efectiva brindando resultados favorables en el desarrollo de cada actividad programada.

Con el objetivo que los estudiantes de pre grado y los futuros profesionales de Ingeniería Eléctrica puedan complementar su formación académica con información práctica y altamente técnica de acuerdo a la magnitud del proyecto ejecutado, se adiciona los siguientes tópicos: los tipos de Configuraciones que presenta la Subestación Trujillo Nueva (Configuración Interruptor y medio para el nivel de tensión 500 kV y la configuración doble barra más seccionador de transferencia para el nivel de tensión de 220 kV), la descripción general de los Equipos de extra alta y alta tensión instalados. Los temas mencionados se complementan con los tipos de pruebas que se realizan a los equipos de alta - extra alta tensión y son de valiosa información para los ingenieros de pruebas ya que dicha información sirve como parámetro de entrada para el desarrollo de sus actividades.

La aplicación de manera correcta de la metodología desarrollada por la compañía SIEMENS SAC, sumado al grado de especialización logrado en mi capacitación y entrenamiento, recibido en las fábricas de equipos de alta - extra alta tensión (SIEMENS AG, Berlín - Alemania, Manufacturas Eléctricas de

España SA, Bilbao - España, SIEMENS SA, Bogotá - Colombia), me permitió optimizar recursos y lograr los objetivos propuestos para el presente proyecto, logrando una exitosa gestión con excelentes resultados tanto en la parte técnica y económica,

ABSTRACT

This report shows in detail the methodology used by the company SIEMENS SAC for the development of all pre and post test execution for commissioning of the equipment of high and extra high voltage installed in the substation Trujillo New 220/500 kV, which was part of the Test Project commissioning of equipment High - Extra High voltage, Zapallal - Trujillo 500 kV. In which I served as Ing. Services and Project Coordinator.

The project tests was part of the project "Strengthening of Transmission System Zapallal - Trujillo, Middle North 500 kV" of great importance for Peru because its allows connect in a new level of voltage the central and the north zone of Peru.

The working methodology has been developed based on the general framework of the procedures for installation and commissioning of equipment of high and extra high voltage, developed by the management area of quality assurance available to the company SIEMENS SA (headquarters Austral Andina, Colombia - Bogota, 2010), which application correctly and disciplined manner, proves to be effective to provide favorable results in the development of each scheduled activity.

With the objective that students of undergraduate and future professionals of Electrical Engineering can complement their education with practical and highly technical information according to the magnitude of the project executed, the following topics are added: the types of configurations that presents Substation Trujillo Nueva (configuration Switch and a half for 500 kV voltage level and configuration double bar more transfer switch for the voltage level of 220 kV), the general description of the equipment extra high and high voltage installed. The aforementioned issues are complemented by the types of tests performed to computers high - extra high voltage and are valuable information for test engineers because such information serves as input for the development of their activities.

The correct application of the methodology developed by the company SIEMENS SAC, added to the degree of specialization that I have, due to the training received in factories equipment high - extra high voltage (SIEMENS AG, Berlin - Germany, Manufacturing electric SA, Bilbao - Spain, SIEMENS SA, Bogota - Colombia), allowed me optimize resources and achieve the objectives for this project, achieving a successful management with excellent results both in the technical and economic part.

I. PLANTEAMIENTO DEL INFORME

1.1 Identificación del Problema

El Problema objeto del informe, es el de verificar mediante pruebas realizadas en campo el correcto montaje electromecánico del equipamiento de alta - extra alta tensión, teniendo como variable comparativa las pruebas realizadas en fábrica en las cuales se determinan valores específicos a ser contrastados con los valores obtenidos en campo, lo cual conllevará a un análisis, discusión y aprobación para su posterior puesta en servicio.

Para ello SIEMENS SAC planteó una metodología adecuada basada en la experiencia de sus ingenieros de montaje electromecánico e ingenieros de pruebas para puesta en servicio, la cual permitió ejecutar y supervisar correctamente las pruebas de puesta en servicio de la Subestación Trujillo Nueva 220/500 kV.

1.2 Formulación del Problema

1.2.1 PROBLEMA GENERAL

La falta de una correcta supervisión pudo originar fallas durante el montaje electromecánico de los equipos, las mismas que pueden originar la indisponibilidad de las celdas de líneas de transmisión, celdas de transformación donde se encuentren instalados los equipos, generando un déficit en la transmisión de energía eléctrica del sistema de potencia de la empresa ISA CTM.

1.2.2 PROBLEMA ESPECIFICO

La falta de los valores de fábrica de las pruebas de aislamiento no realizadas a los equipos tales como los pararrayos, interruptores de potencia, seccionadores de potencia.

1.3 Objetivos del Informe

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

Mediante la metodología utilizada por SIEMENS SAC para el desarrollo de las pruebas de puesta en servicio, se buscó lograr mitigar al máximo cualquier falla detectada durante el montaje electromecánico del equipo, con la finalidad de mantener el sistema

de potencia de ISA CTM 100 % operativo después de su puesta en servicio.

1.3.2 OBJETIVO ESPECIFICO

Realizar las pruebas de aislamiento a todos los equipos en mención, evaluar, analizar y discutir los valores obtenidos con la finalidad de validarlos para dar por aprobadas las pruebas realizadas en campo, todo ello en base a artículos técnicos acerca de temas de aislamiento y también en base al conocimiento y experiencia de los ingenieros de pruebas para puesta en servicio de los equipos de alta tensión.

1.4 Justificación del Informe

1.4.1 Justificación Técnica

Para realizar las pruebas de campo o también denominadas pruebas SAT para puesta en servicio de los equipos de alta - extra alta tensión de la subestación Trujillo Nueva 220/500 kV, utilizamos equipos de pruebas tales como maletas multifunción CPC100 - Marca OMICRON, CPTD1 - Marca OMICRON, Analizador de Interruptores TDR900 - Marca DOBLE, Megohmetro Digital 1555 - Marca FLUKE, con la finalidad de encontrar los parámetros característicos de cada equipo; los resultados obtenidos se presentaron de acuerdo a los protocolos aprobados por el cliente PDI.

1.5 Limitaciones y Facilidades

1.5.1 Limitaciones

Las principales limitaciones que se tuvieron para el desarrollo de las actividades de pruebas eléctricas en campo fueron las siguientes:

Las condiciones climáticas de la zona de trabajo; estas condiciones no eran favorables ya que los trabajos comenzaron a ejecutarse a fines de Julio, inicios de Agosto, fechas de invierno en la faja costera del Perú, como consecuencia de ello se tenía alta presencia de nubosidad, lloviznas, alta humedad, factores que no contribuyeron al desarrollo de las actividades y que no pueden ser mitigados.

El tema de la inseguridad ciudadana en la zona del proyecto; una causa limitante resulto ser el tema de la inseguridad ciudadana de la zona debido al tema de la delincuencia de las cuales fuimos víctimas de asaltos, amenazas en la zona de trabajo y zonas circundantes, como el trayecto de la subestación

Trujillo Nueva a la ciudad de Trujillo lugar de residencia durante la ejecución del proyecto.

1.5.2 Facilidades

La metodología utilizada para la realización de las pruebas facilitó el desarrollo de las mismas, así como la elaboración de toda la documentación respectiva, procedimientos de trabajo, documentación de seguridad, protocolos de pruebas, informe final de trabajo.

Esto nos permitió alcanzar con éxito el objetivo propuesto cumpliendo con el cronograma de actividades establecido, como consecuencia el proyecto obtuvo una alta rentabilidad.

II. MARCO TEORICO

2.1 Antecedentes del Informe

El presente informe tiene como antecedente la Resolución Ministerial N° 159-2009-MEM/DM, publicada el 31/03/09 del Ministerio de Energía y Minas, el cual incluyó el Proyecto "Reforzamiento del Sistema de Transmisión ZAPALLAL-TRUJILLO, Norte Medio en 500 kV" - L.T. Zapallal-Trujillo, en el Plan Transitorio de Transmisión.

La República del Perú a través del Ministerio de Energía y Minas - MINEM encargó a PROINVERSIÓN de ejecutar el proceso de licitación de la concesión del proyecto "Reforzamiento del Sistema de Transmisión ZAPALLAL-TRUJILLO - Norte Medio en 500 kV" - L.T. Carabaylo - Trujillo. El 21 de noviembre de 2009 se presentó y fue adjudicada la Buena Pro a ISA de Colombia.

El Consorcio Transmantaro S.A. - CTM, filial del grupo ISA, fue designado para suscribir el contrato de concesión con el MEM. El 18 de febrero de 2010 se firmó el contrato de concesión, fecha desde la cual se cuenta el plazo para la ejecución y entrega del proyecto.

Posteriormente el Consorcio Transmantaro S.A a través de Proyectos de Infraestructura del Perú, divide el Proyecto en tres partes, las mismas que se indican a continuación:

- a. Grupo 1: Montaje de equipos inductivos.
- b. Grupo 2: Montaje de equipos y estructuras.
- c. Grupo 3: Pruebas y Puesta en Servicio.

Proyectos de Infraestructura del Perú, licito en el mes de octubre del 2011, los tres grupos de manera individual.

La empresa SIEMENS SAC, se adjudicó el 15 de diciembre del 2011, el Grupo 3 de dicho proyecto. El proyecto adjudicado a su vez se subdivide internamente entre dos unidades de negocio que técnicamente son complementarias; la primera unidad de negocio la EA al cual le corresponde las Pruebas para puesta en servicio de los Sistemas de control, Protección y Servicios Auxiliares,

la segunda unidad el ET - HS al cual le corresponde las Pruebas para puesta en servicio del equipamiento de Alta - Extra Alta tensión.

2.2 Resumen Ejecutivo del Informe

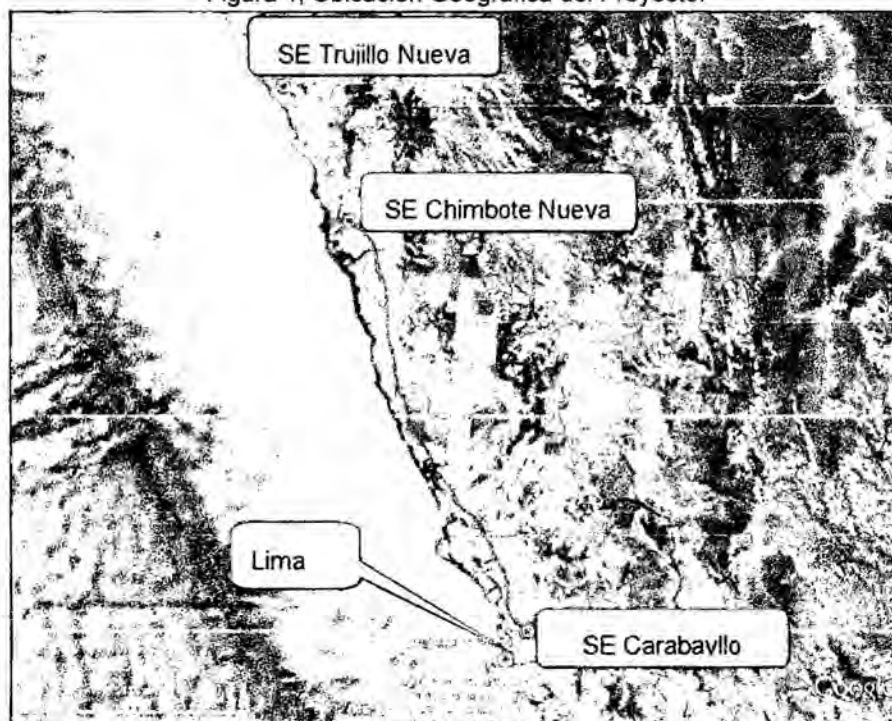
2.2.1 Ubicación de la Subestación Trujillo Nueva

La subestación Trujillo Nueva 220/500 kV, formó parte del Proyecto Zapallal - Trujillo, el cual enlaza energéticamente los departamentos de Lima, Ancash, La Libertad, creando un nuevo corredor energético en extra alta tensión, debido a la creciente demanda de energía de la zona norte del país.

Las líneas de transmisión y subestaciones objeto de este Proyecto, se localizan en la faja costera, desde el centro hasta el norte medio del Perú.

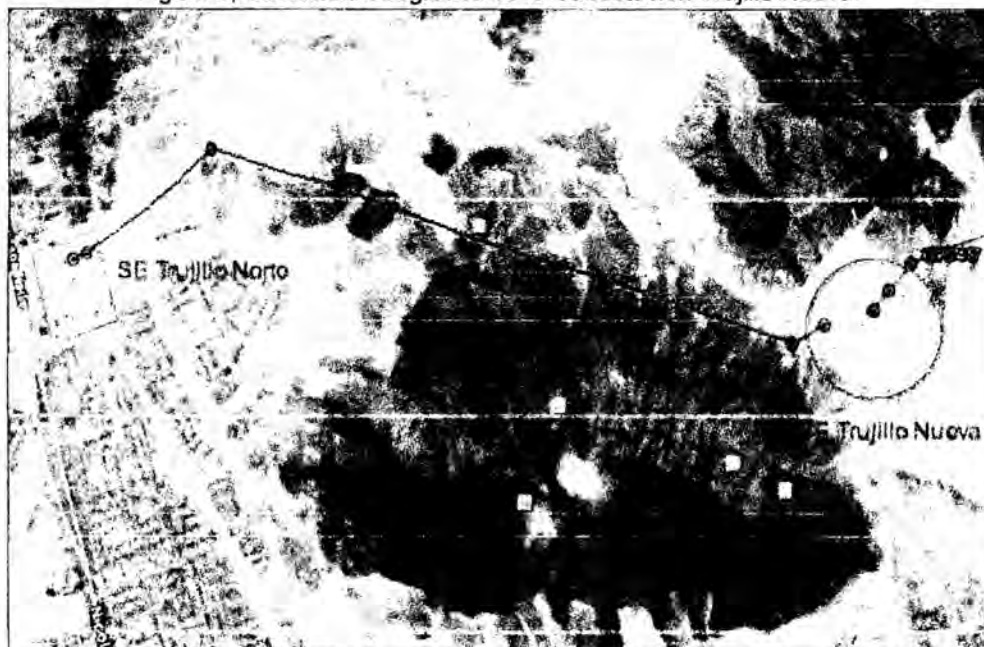
La subestación Trujillo Nueva se encuentra ubicada en el norte del Perú, en el cerro las Cabras, distrito de la Esperanza, Provincia de Trujillo, Departamento de la Libertad, la subestación Trujillo Nueva fue construida como parte del proyecto Zapallal -Trujillo; tal cual se aprecia en la figura 1 (*).

Figura 1, Ubicación Geográfica del Proyecto.



Fuente: EIA Proyecto Reforzamiento LLTT Centro Norte Medio 500 kV (2010).

Figura 2, Ubicación Geográfica de la Subestación Trujillo Nueva.



Fuente: Documento de Presentación Zapallal – Trujillo 500 kV, ISA -REP (2011).

2.2.2 Descripción de las Instalaciones del Proyecto

Como parte del proyecto Zapallal - Trujillo 220/500 kV, se construyeron las líneas de transmisión siguientes:

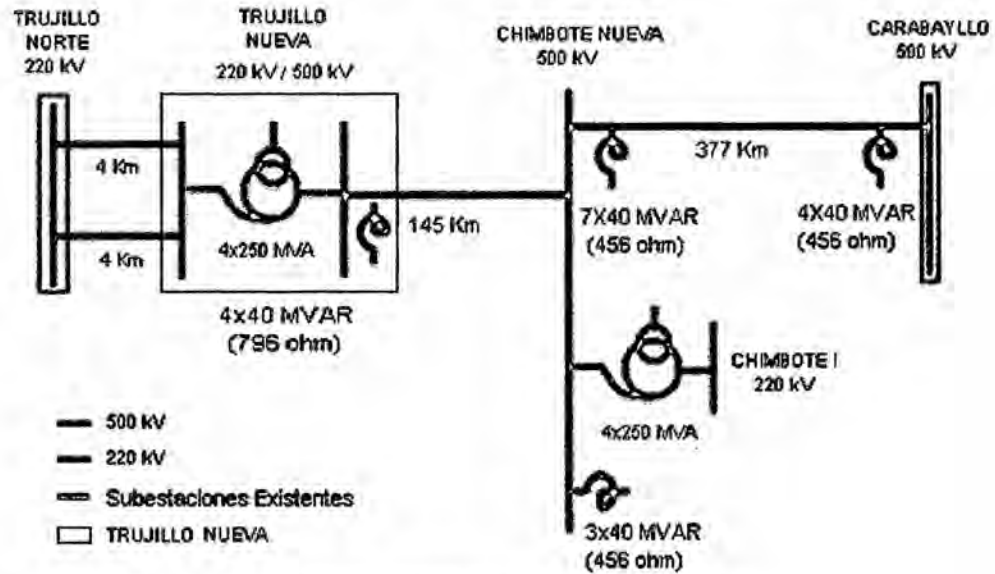
- LT. Carabaylo - Chimbote 500 kV (longitud 378 km).
- LT. Chimbote - Trujillo Nueva 500 kV (longitud 146 km).
- LT. Trujillo Nueva - Trujillo Norte 220 kV (longitud 4 km).

Como parte asociada a la construcción de las nuevas líneas de transmisión se procedió con las ampliaciones y construcciones de las nuevas subestaciones siguientes:

- Ampliación de la subestación Carabaylo 500 kV.
- Construcción de la nueva subestación Chimbote 500 kV.
- Ampliación de la subestación Chimbote I 220 kV.
- Construcción de la nueva subestación Trujillo Nueva 500 kV.
- Construcción de la nueva subestación Trujillo Nueva 220 kV.
- Ampliación de la subestación Trujillo Norte 220 kV

Tal como se muestra en el diagrama unifilar adjunto.

Figura 3, Diagrama unifilar de las subestaciones del Proyecto.



Fuente: Presentación Zapallal – Trujillo 500 kV (2011).

2.2.3 Características Técnicas de las Instalaciones del Proyecto

Se presentan las características técnicas generales de las líneas de transmisión y subestaciones que conformaron el proyecto zapallal - Trujillo 220/500 kV.

En la tabla 1, se muestran las características técnicas de las líneas de transmisión entre Carabayllo - Chimbote 500 kV, Chimbote - Trujillo Nueva 500 kV, Trujillo Nueva - Trujillo Norte 220 kV.

Tabla 1, características técnicas de las líneas de transmisión.

Indicador	Unidad	Carabayllo - Chimbote	Chimbote - Trujillo Nueva	Trujillo Nueva - Trujillo Norte
Longitud	Km	369	137	4
Nivel de Tensión	kV	500	500	220
Número de Circuitos	Und	1	1	2
Potencia de Diseño	MVA	1300	1300	750

Fuente: EIA Proyecto Reforzamiento LLTT Centro Norte Medio 500 kV (2010).

En la tabla 2, se presentan las características técnicas de los equipos de alta tensión de las subestaciones Carabaylo 500 kV, Chimbote 500 kV, Chimbote I 220 kV, Trujillo Nueva 500 kV, Trujillo Nueva 500 kV y Trujillo Norte 220 kV.

Tabla 2, características técnicas de los equipos de alta tensión.

Descripción	Unidad	Nivel 220 kV	Nivel 500 kV
Tensión Nominal	kV	220	500
Tensión Asignada del equipo	kV	245	550
Frecuencia Asignada	Hz	60	60
Nivel Básico de Aislamiento asignado al impulso tipo rayo (LWIL)	kV	1050	1550
Nivel de tensión asignado soportado al impulso tipo maniobra (SWIL)	kV	750	1175
Nivel de tensión asignado soportado a la frecuencia industrial	kV	460	680
Corriente asignada de cortocircuito para el equipo de la subestación	kA	40	40

Fuente: EIA Proyecto Reforzamiento LLTT Centro Norte Medio 500 kV (2010).

2.3 Ingeniería de la Subestación Trujillo Nueva

2.3.1 Generalidades

Las subestaciones que forman parte del proyecto Zapallal - Trujillo 220/500 kV, son del tipo convencional o también denominadas tipo AIS (Subestaciones con aislamiento en aire).

Respecto a las configuraciones que presentan las subestaciones del proyecto, las mismas han sido diseñadas en base a dos tendencias predominantes para subestaciones de alta y extra alta tensión, como son la europea, la cual considera las conexiones de barrajes y la americana, la cual considera la conexión de interruptores.

2.3.2 Definiciones Previas

- a) **Flexibilidad:** Se define así a la propiedad que posee una instalación para adecuarse a diferentes condiciones que se puedan presentar por cambios operativos en el sistema, debido a contingencias y/o mantenimiento de la misma.
- b) **Confiabilidad:** Se define como la probabilidad de que una subestación pueda suministrar energía durante un periodo de tiempo dado, bajo la condición de que al menos un componente de la subestación se encuentre

fuera de servicio. Esto quiere decir que cuando ocurra una falla en un equipo de la subestación (sea un interruptor, seccionador o elemento del barraje) se pueda continuar con el suministro de la energía después de realizar maniobras internas (maniobras con seccionadores) para aislar el equipo fallado y no dejar de suministrar energía. La confiabilidad se analiza de acuerdo al tipo de configuración que va a presentar una subestación, su análisis se basa en diferentes estudios y artículos técnicos los cuales incluyen cifras o gráficas que permiten realizar las comparaciones. Vale indicar, que definir el grado de confiabilidad que requiere una subestación para una aplicación en particular puede resultar muy complejo y que en algunos casos la experiencia del ingeniero de diseño y operación será un factor determinante para establecer o indicar porque tipo de configuración se debe de optar de tal manera que permita la confiabilidad requerida.

- c) Seguridad:** Se define así a la propiedad de una instalación de brindar la continuidad del servicio (suministro de energía) sin interrupción alguna durante fallas de los equipos de la instalación, especialmente interruptores, seccionadores y el sistema de barras, la seguridad implica confiabilidad de la instalación. Es difícil determinar el grado de seguridad requerido para una instalación en particular. La seguridad está determinada por la potencia que se pierde durante una falla el impacto que esta tiene sobre la estabilidad y comportamiento del resto del sistema. Cabe indicar que un sistema seguro y confiable es aquel en donde todos sus elementos están duplicados y la pérdida de uno de ellos no afecte a ninguno de los otros, debido a razones estrictamente económicas ningún sistema, instalación o subestación se hace 100 % seguro y con base en esto se efectúan los diseños.

2.3.3 Clasificación de los equipos de Alta y Extra Alta tensión

Los equipos de alta y extra alta tensión se clasifican de acuerdo a la función que realizan en las subestaciones de potencia tal como se indica a continuación:

- Equipo de Protección: Pararrayos.
- Equipos de Maniobra: Seccionadores e interruptores.
- Equipos de Medición: Transformadores de Corriente y tensión.

En el presente informe en el punto 2.4, se indica las características generales de cada uno de los equipos mencionados.

2.3.4 Configuración de la subestación Trujillo Nueva 220/500 kV

Se denomina configuración de la subestación al arreglo o disposición de los equipos electromecánicos en un patio de llaves pertenecientes a un mismo nivel de tensión, de tal manera que su operación permita dar a la subestación diferentes grados de confiabilidad, seguridad o flexibilidad para el manejo, transporte y distribución de la energía.

Las configuraciones de las subestaciones aplican para subestaciones del tipo convencionales como encapsuladas en SF6.

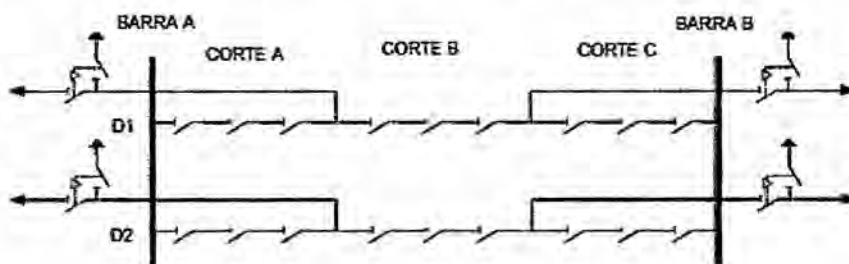
a) Configuración interruptor y medio: Este tipo de configuración debe su nombre al hecho de exigir tres interruptores por cada dos salidas. A la disposición longitudinal de tres interruptores entre dos barras principales se le denomina diámetro (en EEUU de Norte de América la mencionada disposición se denomina bahía).

Esta configuración nos permite realizar mantenimiento a cualquier interruptor o barra sin suspender el servicio, esta configuración ante una falla que se presente en una barra no interrumpe el servicio a ningún circuito, presenta un alto índice de confiabilidad y de seguridad tanto por falla en los interruptores como en los circuitos y barras.

Normalmente se opera con ambas barras energizadas y todos los interruptores cerrados, este modo de operación le quita flexibilidad, por ello se dice que la configuración interruptor y medio es poco flexible.

Para la desconexión de un circuito en la configuración de interruptor y medio se requiere la apertura de dos interruptores. Para seleccionar la capacidad de los equipos se plantea un análisis de distribución de corrientes durante contingencias.

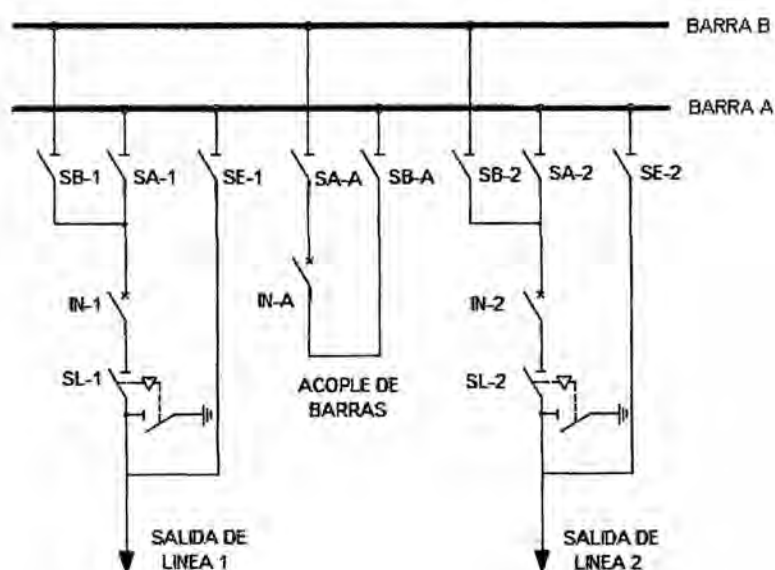
Figura 4, Configuración interruptor y medio, D1 (Diámetro 1), D2 (Diámetro 2).



Fuente: PROPIA.

b) Configuración Doble Barra más Seccionador de Transferencia: Este tipo de configuración es una variación de la configuración doble barra denominada también como doble barra más seccionador de transferencia, para lograr la misma se requiere del uso de un seccionador de transferencia el cual debe de tener la característica de ser un seccionador del tipo pantógrafo o semipantógrafo (con el cual se realiza la conexión o desconexión de manera vertical).

Figura 5, Configuración doble barra más seccionador de transferencia.



Fuente: PROPIA.

2.4 Descripción General de los equipos de Alta y Extra Alta tensión instalados en la Subestación Trujillo Nueva

En el presente acápite se realiza la descripción general de cada uno de los equipos que conforman las celdas y diámetros de la subestación Trujillo Nueva en 220/500 kV, así mismo se presentan las placas de características técnicas de manera general de cada tipo de equipo de alta y extra alta tensión instalado en los patios de llaves respectivos.

2.4.1 Pararrayos:

Los pararrayos fabricados bajo la norma IEC-60099-4, son los elementos de protección de los equipos de las subestaciones contra sobretensiones, estas

sobretensiones pueden originarse debido a descargas del tipo atmosféricas o del tipo maniobra. Los pararrayos utilizados en el proyecto son de óxido de zinc, este tipo de pararrayos utilizan como elementos activos varistores de óxido de zinc, ensamblados en serie, en una o más columnas, dentro de bujes de porcelana.

Las consideraciones generales que se tuvieron en cuenta para la selección de los pararrayos del proyecto son las siguientes, la tensión asignada la cual se selecciona con las sobretensiones temporales encontradas durante fallas a tierra, considerando la duración de la sobretensión, la tensión máxima del sistema y el grado de contaminación del sitio con la finalidad de poder especificar la distancia de fuga requerida y evitar alteraciones en la distribución de tensiones en la superficie de la porcelana, las cuales pueden llevar a producir sobrecalentamientos en los varistores de ZnO por hacerse más conductores (incremento de la corriente de fuga interna) al aumentárseles el gradiente de tensión. La tensión residual en los bornes del pararrayos depende de la característica corriente - tensión de los varistores, es decir, de la magnitud de la corriente de la onda incidente. Las características de los varistores de ZnO se alteran con el tiempo y por lo tanto es necesario efectuar mediciones periódicas de las corrientes de fuga y reemplazar el pararrayos cuando se lleguen a valores que pongan en peligro su capacidad térmica.

Las características generales de los pararrayos instalados en la subestación Trujillo Nueva, se muestran en la tabla 3.

Tabla 3, características técnicas de los pararrayos del proyecto.

Descripción	Unidad	550 kV	220 kV
Tensión asignada	kV	444	198
Tensión continua de operación	kV	318	142
Corriente de descarga asignada	kA	20	10
Corriente asignada del dispositivo de alivio de presión	kA	40	40
Clase de descarga de línea	-	5	4

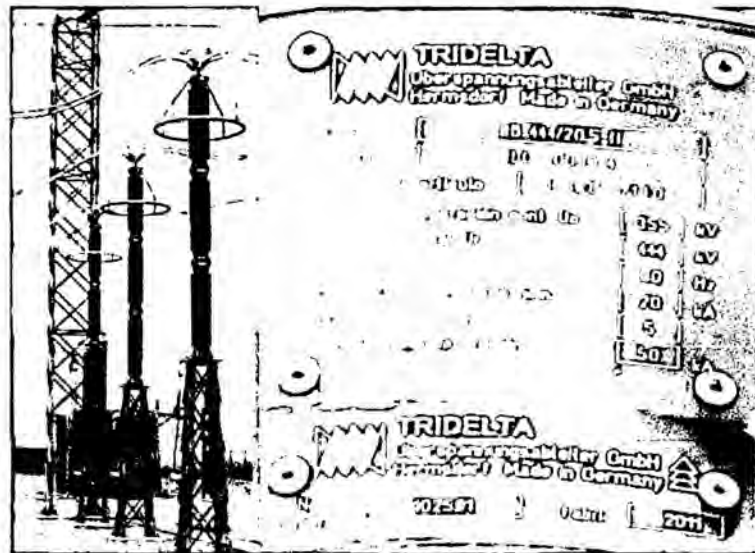
Fuente: EIA Proyecto Reforzamiento LLTT Centro Norte Medio 500 kV (2010).

Los pararrayos que se presentan a continuación en la figura 6, figura 7, se encuentran instalados en la subestación Trujillo Nueva, a continuación se detalla de manera general:

- Pararrayos 500 kV, marca TRIDELTA, tipo SB 444/20.5-II, estos pararrayos presentan tres cuerpos, superior, intermedio, inferior, con su contador de descarga con amperímetro de corriente de fuga.

- Pararrayos 220 kV, marca TRIDELTA, tipo SB 198/20.4-I, estos pararrayos presentan un sólo cuerpo, con su contador de descarga con amperímetro de corriente de fuga.

Figura 6, Pararrayos 500 Kv, marca TRIDELTA - Placa de características técnicas, subestación Trujillo Nueva.



Fuente: PROPIA.

Figura 7, Pararrayos 220 kV, marca TRIDELTA - Placa de características técnicas, subestación Trujillo Nueva.



Fuente: PROPIA.

2.4.2 Seccionador de Potencia:

Los seccionadores fabricados bajo la norma IEC-62271-102, son dispositivos mecánicos de maniobra en las subestaciones de alta y extra alta tensión, cuya función principal es la de seccionar esto quiere decir conectar y desconectar diversas partes de una instalación eléctrica, ya sea para efectuar maniobras de operación o bien maniobras para efectuar mantenimiento. Su característica principal de los seccionadores es la de ser capaz de conducir corrientes de carga y de cortocircuito (esta última durante un corto tiempo).

Los circuitos a interrumpir por los seccionadores deben de hallarse libres de corrientes, mencionado de otra forma es que los seccionadores deben de trabajar en vacío.

Los seccionadores utilizados en la subestación Trujillo Nueva poseen mecanismos de operación que pueden ser operados del tipo manual o motorizado. La operación manual puede ser realizada mediante una manivela que viene con el equipo y se efectúa desde su caja de mando. La operación motorizada se realiza de manera local o remota por medio de mandos eléctricos que permiten la acción de cierre o apertura del seccionador.

Las consideraciones generales que se tuvieron en cuenta para la selección de los seccionadores de potencia del proyecto son las siguientes, debido a la configuración de presenta cada subestación la tensión asignada la cual corresponde a la máxima tensión del sistema, nivel de aislamiento asignado, corriente asignada en servicio continuo, corriente de corta duración admisible asignada, valor pico de la corriente admisible asignada, duración asignada del cortocircuito, tensión asignada a la alimentación de los dispositivos de cierre y apertura de los circuitos auxiliares, poder de cierre asignado en corto circuito.

En la subestación Trujillo Nueva se ha utilizado dos tipos de seccionadores de potencia, tanto para el nivel de tensión de 220 kV como en 500 kV, ello debido a las solicitudes eléctricas y configuración seleccionada.

Tipos de seccionadores instalados en la Subestación Trujillo Nueva:

a) Semi Pantografo: Son equipos que presentan una gran ventaja debido al área que ocupan, los tres polos no necesitan estar alineados, las fundaciones para cada equipo son más reducidas. La maniobra que realiza

este seccionador es de forma vertical, la misma que es visible tanto en la apertura como en el cierre,

Este tipo de seccionadores son de gran aplicación como seccionadores de transferencia, seccionadores by-pass o paso directo y también como seccionadores de barra, se utilizan en niveles de tensión de 220/500 kV.

Estos equipos pueden presentar una mayor frecuencia de mantenimiento respecto al ajuste de sus articulaciones.

b) Doble apertura o de rotación central: Son equipos que presentan cuchillas de contacto de gran longitud, La maniobra que realiza este seccionador es de forma horizontal, la misma que es visible tanto en la apertura como en el cierre,

Este tipo de seccionadores son de gran aplicación como seccionadores de línea y barra, son muy utilizados hasta niveles de tensión de 220/420 kV. Se usan en gran cantidad en subestaciones tipo barra sencilla, doble barra con acople.

Las características generales de los seccionadores instalados en la subestación Trujillo Nueva, se muestran en la tabla 4.

Tabla 4, características técnicas de los seccionadores del proyecto.

Descripción	Unidad	500 kV	220 kV
Tensión de ejecución		Exterior	Exterior
Corriente asignada en servicio continuo	A	2000	2500
Poder de corte asignada en cortocircuito	kA	40	40
Duración del cortocircuito asignada	s	1	1

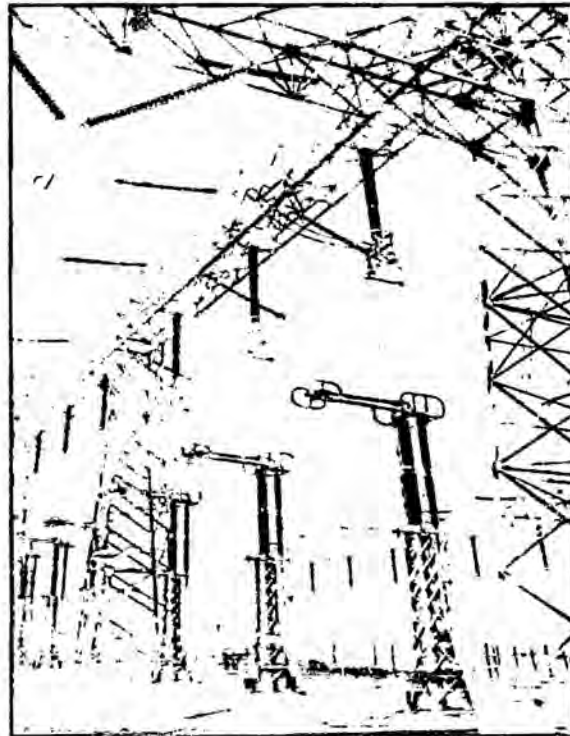
Fuente: EIA Proyecto Reforzamiento LLTT Centro Norte Medio 500 kV (2010).

Se presentan los dos tipos de seccionadores utilizados en el proyecto:

Los seccionadores que se presentan a continuación en la figura 8, figura 10, figura 12, figura 14, se encuentran instalados en la subestación Trujillo Nueva, a continuación se detalla de manera general:

- Seccionadores 500 kV (semipantografo), marca ALSTOM, tipo SPV y SPVT, con mando motorizado.
- Seccionadores 220 kV (Doble apertura), marca ALSTOM, tipo S3CD y S3CT, con mando motorizado.

Figura 8, Seccionadores 500 kV (Semipantografo - SPV), marca ALSTOM, subestación Trujillo Nueva.



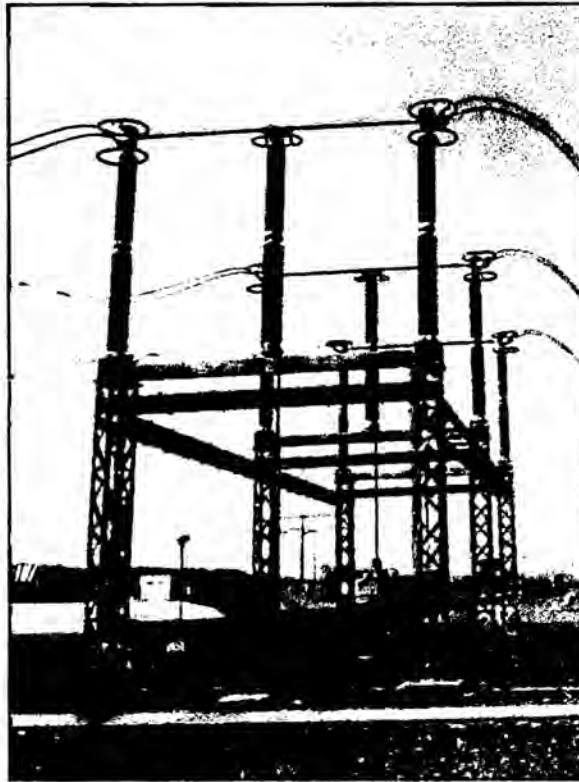
Fuente: PROPIA.

Figura 9, Placa de características técnicas del seccionador semipantografo SPV, subestación Trujillo Nueva.

ALSTOM GRID		No. de serie: P12775	Año/Mese 2011-03
		Norma: IEC 62271-102	
Seccionador tipo: SPV		Mando tipo: CMM	
Ur: 550 kV	Ir: 2000 A	fr: 60 Hz	Ua: 220 V fa: -Hz Ia: 0,05 A
Up: 1550 kV	Ik: 40 kA	tk: 1 s	Um: 220 V fm: -Hz Im: 3,00 A
Us: 1175 kV	lp: 100 kA	Er:	Uh: 220 V fh: 60 Hz lh: 0,25 A
Ud: 620 kV		Mr: M0	m: 70 kg
m:	kg	F: 1500/1500/1500 N	
DMR-13353			
ALSTOM GRID S.p.A. - Via Meucci, 22 Noventa di Piave - ITALY			

Fuente: PROPIA.

Figura 10, Seccionadores 500 kV (Doble apertura - S3CD), marca ALSTOM, subestación Trujillo Nueva.



Fuente: PROPIA.

Figura 11, Placa de características técnicas del seccionador doble apertura S3CD, subestación Trujillo Nueva.

ALSTOM GRID		No. de serie: H04379
		Norma: IEC 62271-102 Año/Mese: 2011-03
Seccionador tipo: S3CD		Mando tipo: CMM
Ur: 550 kV Ir: 2000 A fr: 60 Hz	Ua: 220 V fa: - Hz Ia: 0,05 A	
Up: 1550 kV Ik: 40 kA tk: 1 s	Um: 220 V fm: - Hz Im: 3,00 A	
Us: 1175 kV Ip: 80 kA Er:	Uh: 220 V fh: 60 Hz lh: 0,25 A	
Ud: 620 kV Mr: M0	m: 70 kg	
m: kg F: 1600/1600/1600 N		DMR-13389
ALSTOM GRID S.p.A. - Via Meucci, 22 Noventa di Piave - ITALY		

Fuente: PROPIA.

Figura 12, Seccionadores 220 kV (Semipantografo - SPV), marca ALSTOM, subestación Trujillo Nueva.



Fuente: PROPIA.

Figura 13, Placa de características técnicas del seccionador semipantografo SPV, subestación Trujillo Nueva.

ALSTOM GRID		No.de serie: P12791	
		Norma: IEC 62271-102 Año/Mese: 2011-03	
Seccionador tipo: SPV		Mando tipo: CMM	
Ur: 245kV	Ir: 2500A	fr: 60Hz	Ua: 220 V fa: -Hz Ia: 0,05 A
Up: 1050kV	Ik: 40 kA	tk: 1s	Um: 220 V fm: -Hz Im: 3,00 A
Us: kV	Ip: 100kA	Er:	Uh: 220 V fh: 60Hz lh: 0,25 A
Ud: 460kV	Mr: M0	m: 70 kg	
m: kg	F: 1600/500/1250 N		DMR-13390
ALSTOM GRID S.p.A. - Via Meucci, 22 Noventa di Piave - ITALY			

Fuente: PROPIA.

Figura 14, Seccionadores 220 kV (Doble apertura - S3C), marca ALSTOM, subestación Trujillo Nueva.



Fuente: PROPIA.

Figura 15, Placa de características técnicas del seccionador doble apertura S3C, subestación Trujillo Nueva.

ALSTOM GRID		No.de serie: G10623	
		Norma: IEC 62271-102	Año/Mese: 2011-03
Seccionador tipo: S3C		Mando tipo: CMM	
Ur: 245kV	Ir: 2500A	fr: 60Hz	Ua: 220 V fa: -Hz la: 0,05 A
Up: 1050kV	Ik: 40 kA	tk: 1s	Um: 220 V fm: -Hz lm: 3,00 A
Us: kV	lp: 100kA	Er:	Uh: 220 V fh: 60Hz lh: 0,25 A
Ud: 460kV	Mr: M0		m: 70 kg
m: kg	F: 1000/330/1260 N		DMR-13390
ALSTOM GRID S.p.A. - Via Meucci, 22 Noventa di Piave - ITALY			

Fuente: PROPIA.

2.4.3 Interruptor de Potencia:

Los interruptores automáticos fabricados bajo la norma IEC-62271-100, son dispositivos mecánicos de interrupción los cuales son capaces de conectar y desconectar un circuito energizado sea que este corresponda a líneas de transmisión, transformadores, reactores, sistemas de barras.

Los interruptores automáticos pueden interrumpir o conectar circuitos con corrientes en condiciones normales o anormales (producidas por los cortocircuitos), para el caso de las corrientes anormales durante un tiempo determinado (3s).

Los interruptores automáticos del proyecto se encuentran diseñados para soportar los siguientes fenómenos eléctricos que se producen internamente y pueden afectar directamente a los contactos principales del interruptor como son el arco eléctrico, la tensión del arco, la tensión transitoria de restablecimiento o recuperación conocida como TTR.

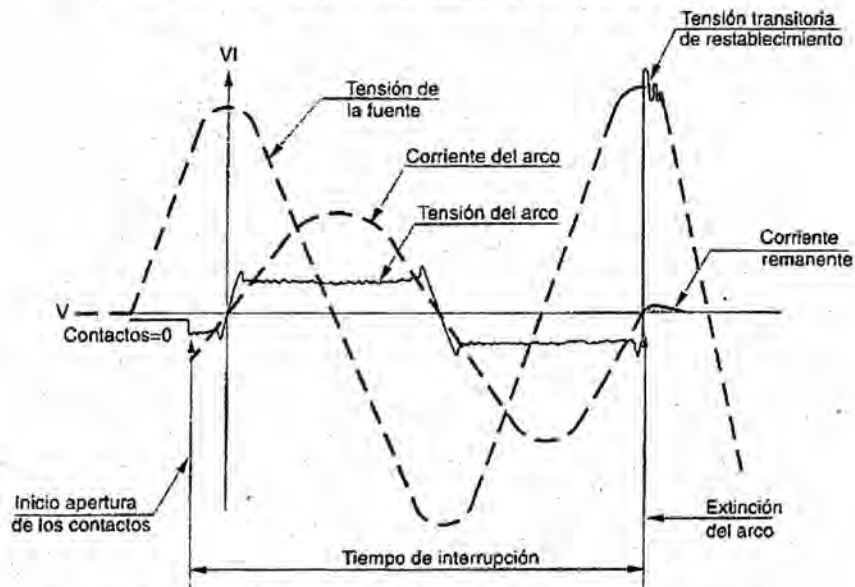
El arco eléctrico en interruptores: Es la corriente que se desarrolla entre los contactos del interruptor después de estar separados debido a la diferencia de tensión que ioniza el aire.

Tensión de arco: Es la tensión que se desarrolla entre los contactos durante el tiempo de extinción del arco.

Tensión Transitoria de restablecimiento o recuperación: Es la tensión transitoria que aparece entre los contactos del interruptor después de la interrupción del arco.

En la figura adjunta se puede apreciar los fenómenos antes mencionados acerca de los contactos principales de los interruptores de potencia.

Figura 16, Desarrollo de interrupción de una falla trifásica.



Fuente: Libro Mejía Villegas, página 237, segunda edición 2003.

Los interruptores automáticos instalados en la subestación Trujillo Nueva, son del tipo tanque vivo, los interruptores de tanque vivo básicamente son de dos tipos, tipo columna y tipo "T", los mismos que poseen un mecanismo de operación del tipo resortes, el cual puede ser operado de manera manual o motorizada (poseen motores).

En los mecanismos de tipo de resortes, tanto para la apertura como para el cierre del interruptor, la ventaja fundamental que presenta es que la energía se almacena cargando los resortes, dicho de otra manera al efectuarse la operación de cierre del interruptor de potencia automáticamente se carga el resorte de apertura, asegurándose así siempre el disparo del interruptor. El resorte de cierre es recargado mediante un motor, también es posible recargar manualmente.

La operación manual debe de ser realizada mediante una manivela o una llave rachim, la cual cumple la función de manivela de carga de los resortes del mecanismo de operación tanto para la apertura como para el cierre del interruptor, estos mecanismos se encuentran alojados en las unidades del armario motriz los cuales se encuentran instalados por cada fase de los interruptores.

La operación motorizada o eléctrica se realiza de manera local o remota por medio de mandos eléctricos que permiten la acción de cierre o apertura del interruptor de potencia.

El medio de extinción del arco eléctrico de los interruptores de potencia instalados en el proyecto son del tipo Hexafluoruro de azufre (SF6).

Las consideraciones generales que se tuvieron en cuenta para la selección de los interruptores de potencia del proyecto son las siguientes, la tensión asignada la cual corresponde a la máxima tensión del sistema, la corriente nominal en estado permanente, nivel de aislamiento asignado, corriente asignada en servicio continuo, corriente de corta duración admisible asignada, valor pico de la corriente admisible asignada, el tiempo de duración del cortocircuito, tensión asignada a la alimentación de los dispositivos de cierre y apertura de los circuitos auxiliares, tensión asignada a la alimentación de los dispositivos de control, tensión asignada a la alimentación de la calefacción e iluminación.

En el proyecto se ha utilizado dos tipos de interruptores de potencia, tanto para el nivel de tensión de 220 kV como en 500 kV, ello debido a las solicitudes eléctricas y configuración seleccionada para cada subestación.

Tipos de interruptores de potencia utilizados en el proyecto:

a) Interruptor de Potencia Unitripolar (De una sola Cámara): Este interruptor de potencia es del tipo tanque vivo, utilizado en el proyecto para el nivel de tensión de 220 kV, es un interruptor tipo columna, el cual posee un aislador soporte que tiene como finalidad aislar la cámara de interrupción de tierra.

b) Interruptor de Potencia Unitripolar (De doble Cámara): Este interruptor de potencia es del tipo tanque vivo, utilizado en el proyecto para el nivel de tensión de 500 kV, es un interruptor tipo "T", el cual posee un aislador soporte en su parte superior se encuentra una conexión tipo soporte donde van unidas las dos cámaras del interruptor, el aislador soporte tiene como finalidad aislar las cámaras de interrupción de tierra. Los interruptores de potencia tipo "T" adicionalmente a las cámaras de interrupción se colocan los siguientes accesorios:

- Capacitores en paralelo con la cámara y la resistencia de Preinserción: El capacitor como tal sirve para lograr la distribución de tensiones entre los contactos en serie de las cámaras de extinción, el uso de los capacitores garantizan según cada fabricante desviaciones máximas de 4% o 5% de la tensión ideal aplicada a cada cámara después de la apertura de una falla a tierra.
- Resistencia de Preinserción: Se denomina de preinserción dado que es necesario conectar y desconectar la resistencia antes y después de la operación del interruptor ya que es necesario dado que en la práctica se instala en paralelo con las cámaras de los interruptores de potencia (una resistencia ubicada en cada cámara), estos accesorios se utilizan para casos especiales tales como líneas largas de transmisión. Los interruptores pueden poseer resistencias tanto de cierre como de apertura, para el caso del proyecto los interruptores poseen resistencias de preinserción al cierre y apertura. Su función principal de las resistencias de preinserción son las siguientes:
 - Igualar tensiones entre cámaras.
 - Reducir tensiones entre cámaras.
 - Reducir la tasa de crecimiento y el valor pico de la TTR.
 - Reducir la tensión de restablecimiento en la apertura de corrientes capacitivas.
 - Resistencia de cierre para maniobra de líneas de transmisión largas.
 - Resistencia de cierre para control de las sobretensiones sostenidas a causa de la corriente inrush de los transformadores y autotransformadores.

Ambos tipos de interruptores de potencia presentan lo siguiente:

- 01 bobina de cierre.
- 02 bobinas de apertura.
- Resistencia de calefacción.
- Armario del mecanismo por cada fase.
- Caja de mando instalada en la fase "S".

Las características generales de los interruptores de potencia instalados en la subestación Trujillo Nueva, se muestran en la tabla 5.

Tabla 5, características técnicas de los interruptores del proyecto.

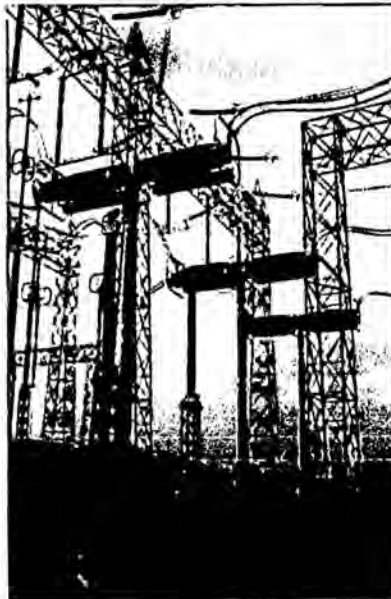
Descripción	Unidad	500 kV	220 kV
Medio de extinción		SF6	SF6
Tensión asignada	kV	550	245
Corriente asignada en servicio continuo	A	2000	2500
Poder de corte asignada en cortocircuito	kA	40	40
Duración del cortocircuito asignada	s	3	3
Tiempo de apertura	ms	33	50
Corriente asignada del dispositivo de alivio de presión	kA	40	40
Secuencia de operación	ms	33	50
a) Maniobra de autotransformadores y reactores		CO-15s-CO	CO-15s-CO
b) Maniobra de líneas de transmisión		O-0,3s-CO-3mim-CO	O-0,3s-CO-3mim-CO

Fuente: EIA Proyecto Reforzamiento LLTT Centro Norte Medio 500 kV (2010).

Los interruptores de potencia que se presentan a continuación en la figura 17, figura 18, se encuentran instalados en la subestación Trujillo Nueva a continuación se detalla de manera general:

- Interruptor de Potencia 500 kV, marca SIEMENS, tipo 3AP2FI, con mando motorizado.
- Interruptor de Potencia 220 kV, marca SIEMENS, tipo 3AP1FI, con mando motorizado.

Figura 17, Interruptor de Potencia 500 kV, marca SIEMENS tipo 3AP2FI, subestación Trujillo Nueva.



Fuente, PROPIA.

Figura 18, Interruptor de Potencia 220 kV, marca SIEMENS tipo 3AP1FI, subestación Trujillo Nueva.



Fuente, PROPIA.

Figura 19, Placa de características técnicas del interruptor de potencia 3AP2FI, subestación Trujillo Nueva.

SIEMENS	
Tipo 3AP2FI	Año de fabricación / Número de fábrica 11/35117243
Tensión nominal U_n	550 kV
Tensión soportada al impulso tipo rayo U_{pr}	1550 kV
Tensión soportada al impulso tipo maniobra U_{ms}	1175 kV
Frecuencia nominal f_n	60 Hz
Corriente nominal de servicio I_n	3150 A
Corriente nominal de ruptura en cortocircuito I_{sc}	40 kA
Duración nominal del cortocircuito t_{sc}	3 s
Componente de corriente continua de la corriente nominal de ruptura	57 %
Factor de primer polo k_{sp}	1,3
Corriente nominal de ruptura de línea I_L	615 A
Corriente nominal de ruptura por cables I_c	500 A
Secuencia nominal de maniobra	A-0,3s-CA-3min-CA
Sobrepresión nominal de SF ₆ a +20°C	6,0 bar
Masa de la carga de SF ₆ /polo m	31,8 kg
Masa/Polo M	3990 kg
Clase de temperatura	-20...+40°C
IEC 62271 - 100	
421-35135-421	

Fuente, PROPIA.

Figura 20, Placa de datos característica del interruptor de potencia 3AP2FI, marca SIEMENS en 220 kV

SIEMENS	
Tipo 3AP1FI	Año de fabricación / Número de fábrica 11/351 17258
Tensión nominal U_n	245 kV
Tensión soportada al impulso tipo rayo U_{pr}	1050 kV
Frecuencia nominal f_n	50 Hz
Corriente nominal de servicio I_n	3150 A
Corriente nominal de ruptura en cortocircuito I_{cc}	40 kA
Duración nominal del cortocircuito t_{cc}	3 s
Componente de corriente continua de la corriente nominal de ruptura	48 %
Factor de primer polo I_{pw}	1,3
Corriente nominal de ruptura de línea I_L	125 A
Corriente nominal de ruptura por cable I_C	250 A
Secuencia nominal de maniobra	A-0,3s-CA-3ms-CA
Sobrepresión nominal de SF ₆ a +20°C	8,0 bar
Masa de la carga de SF ₆ /polo m	7,1 kg
Masa total M	920 kg
Clase de temperatura	-25 +40°C
IEC 62271 - 100	
47 0230-473	

Fuente, PROPIA.

2.4.4 Transformador de Corriente:

Los transformadores de corriente fabricados bajo la norma IEC-60044-1, son utilizados para efectuar la medición de la corriente que pasan por los circuitos de alta tensión (líneas de transmisión, celdas de transformación, acople de barras).

La impedancia del transformador de corriente, vista desde el lado primario, es despreciable comparada con la impedancia del sistema en el cual será instalado, aun si se tiene en cuenta la carga que se conecta en su secundario.

Los transformadores de corriente usados en el proyecto constructivamente poseen dos tipos de variantes eléctricas son del tipo múltiple o multi - relación y con múltiples núcleos secundarios.

Los transformadores de Corriente con varios Núcleos: Son aquellos que presentan varios devanados secundarios independientes y montados cada uno en su propio núcleo, formando un conjunto que posee un único devanado primario, cuyas espiras (o espira) enlazan todos los núcleos secundarios.

Los transformadores de Corriente con múltiple relación: Son aquellos que se puede variar por medio de tomas o (taps) en las vueltas del devanado secundario, presentan el inconveniente de la disminución de la capacidad en las relaciones más bajas.

Los transformadores de corriente usados en la subestación Trujillo Nueva según su utilización presentan dos tipos de núcleos, núcleos dedicados al sistema de medición y núcleos dedicados al sistema de protección.

Núcleos de Medida: Conocidos como núcleos de medición, son los núcleos que son utilizados para alimentar a los instrumentos de medición, como son los medidores, contadores de energía, controladores de bahía.

La clase de precisión según la norma IEC para los núcleos de medición de los transformadores de corriente usados en el proyecto son del tipo 0,2. Existen otros tipos como son los siguientes:

0,1 - 0,2 - 0,5 -1 -3 -5.

Núcleos de Protección: Son los núcleos utilizados para alimentar a los instrumentos de protección, como son los relés de protección.

La clase de precisión según la norma IEC para los núcleos de protección de los transformadores de corriente usados en el proyecto son del tipo 5P20. Existen otros tipos como son los siguientes:

5P20 – 10P20.

Las características generales de los transformadores de corriente instalados en la subestación Trujillo Nueva, se muestran en la tabla 6.

Tabla 6, características técnicas de los transformadores de corriente.

Descripción	Unidad	500 kV	220 kV
Corriente asignada en servicio continuo	A	1000-2000	1250-2500
Corriente secundaria asignada	A	1	1
Poder de corte asignado en cortocircuito	kA	40	40
Duración del cortocircuito asignada	s	1	1
Características núcleos de medida			
a) Clase de precisión		0.2	0.2
b) Carga de precisión	VA	5	5
c) Factor de seguridad		10	10
Características de núcleos de protección			
a) Carga de precisión	VA	10	10
b) Clase de precisión		5P	5P
c) Factor limite de precisión		20	20

Fuente: EIA Proyecto Reforzamiento LLTT Centro Norte Medio 500 kV (2010).

Los transformadores de corriente que se presentan a continuación en la figura 21, figura 23, se encuentran instalados en la subestación Trujillo Nueva a continuación se detalla de manera general:

- Transformadores de corriente 500 kV, marca ARTECHE, tipo CA-545.
- Transformadores de corriente 220 kV, marca ARTECHE, tipo CA-245.

Figura 21, Transformadores de Corriente 500 kV, marca ARTECHE tipo CA-545, subestación Trujillo Nueva.



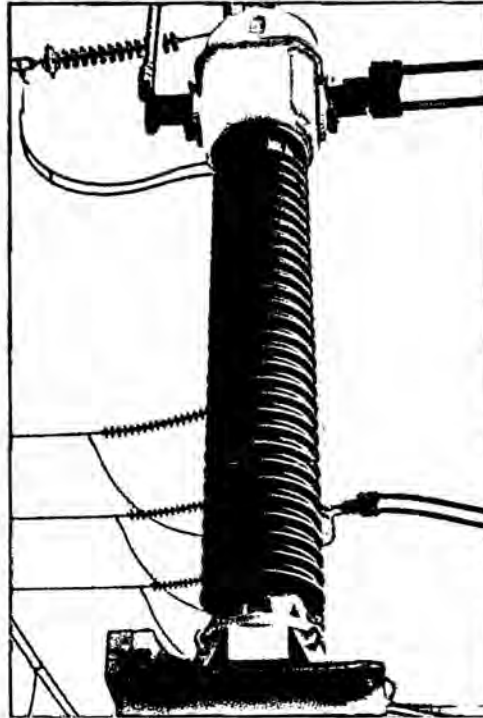
Fuente, PROPIA.

Figura 22, Placa de características técnicas del transformador de corriente CA-545, subestación Trujillo Nueva.

TRANSFORMADOR DE CORRIENTE								 ARTECHE
Tipo	CA-545		Número	11029738 / 1				
Norma:	IEC 60044-1		Año de Fab.:	2012				
Relación	Secundarios VA/Cl/ES						Bornes	
	1	2	3	4	5	6		
1000/1 A	5/0,2/10	5/0,2/10	10/5P/20	10/5P/20	10/5P/20	10/5P/20	S1- S2	
2000/1 A	5/0,2/10	5/0,2/10	10/5P/20	10/5P/20	10/5P/20	10/5P/20	S1- S3	
kV	525/880/1550							
Hz	60							
I.ter	40 kA 1 s							
I.din	104 kA							
Icth	1,2 x In							
Peso Total 1300 Kg				Peso del Aceite 270 Kg				
ESTANQUEIDAD TOTAL - PROHIBIDO DESMONTAR - Industria Argentina								

Fuente, PROPIA.


Figura 23, Transformadores de Corriente 500 kV, marca ARTECHE tipo CA-245, subestación Trujillo Nueva.



Fuente, PROPIA.

Figura 24, Placa de características técnicas del transformador de corriente CA-245, subestación Trujillo Nueva.

TRANSFORMADOR DE CORRIENTE


ARTECHE

Tipo: Número:

Norma: Año de Fab.:

Relación		Secundarios VA / CI / FS				Banco
		1	2	3	4	
1250/1	A	5/0,2/10	10/5P/20	10/5P/20	10/5P/20	S1 - S4
2500/1	A	5/0,2/10	10/5P/20	10/5P/20	10/5P/20	S1 - S4

kV	245/460/1050
Hz	60
I _{ter}	40 kA 1s
I _{din}	104 kA
I _{cth}	1,2 x I _n

Peso Total 550 Kg Peso del Aceite 110 Kg
ESTANQUEIDAD TOTAL - PROHIBIDO DESMONTAR - Industria Argentina

Fuente, PROPIA.

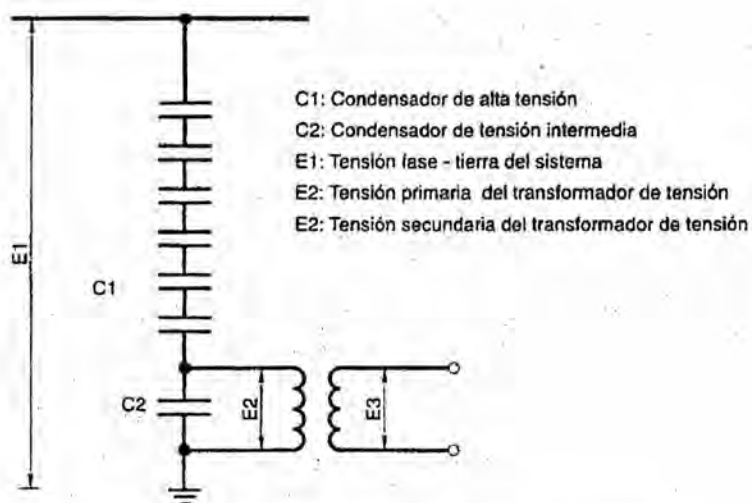
2.4.5 Transformador de Tensión:

Los transformadores de tensión fabricados bajo la norma IEC-60044-5:2004, son utilizados para efectuar la medición de la tensión de fase a tierra de los circuitos de alta tensión (líneas de transmisión, celdas de transformación, acople de barras).

Los transformadores de tensión instalados en la subestación Trujillo Nueva son del tipo uso exterior, estos transformadores utilizan el papel impregnado en aceite para el aislamiento de sus bobinas.

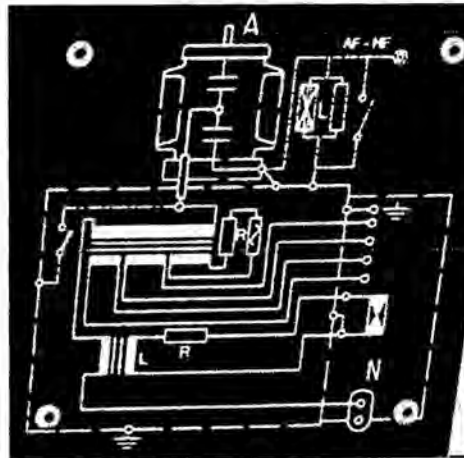
Los transformadores de tensión instalados en la subestación Trujillo Nueva son del tipo capacitivo, los cuales son usados como parte del sistema de comunicación del tipo por onda portadora (PLC), el sistema utiliza el divisor capacitivo que presenta el transformador.

Figura 25, Transformador de tensión tipo capacitivo.



Fuente, Libro Mejía Villegas, segunda edición 2003.

Figura 26, Diagrama del transformador de tensión tipo capacitivo, instalados en la subestación Trujillo Nueva.



Fuente, PROPIA.

Los transformadores de tensión instalados en la subestación Trujillo Nueva presentan varios devanados secundarios, que según su utilización son de dos tipos de devanados, devanado dedicado al sistema de medición y devanado dedicado al sistema de protección.

Devanado de Medida: Conocidos como devanado de medición, son los devanados que son utilizados para alimentar a los instrumentos de medición, como son los medidores, contadores de energía, controladores de bahía.

La clase de precisión según la norma IEC para los núcleos de medición de los transformadores de tensión usados en el proyecto son del tipo 0,2. Existen otros tipos como son los siguientes:

0,1 - 0,2 - 0,5 - 1 - 3

Devanado de Protección: Son los devanados utilizados para alimentar a los instrumentos de protección, como son los relés de protección.

La clase de precisión según la norma IEC para los devanados de protección de los transformadores de tensión usados en el proyecto son del tipo 3P. Existen otros tipos como son los siguientes:

Tabla 7, características técnicas de los transformadores de tensión.

Clases de Precisión	Error en la relación de tensión (%)	Desfase (min)
3P	± 3.0	± 120
6P	± 6.0	± 240

Fuente: Manual del producto Transformador de tensión - Artech

En la subestación Trujillo Nueva se han instalado transformadores de tensión para nivel de tensión de 245 - 545 kV, con una única relación de transformación primaria y varios devanados secundarios.

Las características generales de los transformadores de tensión instalados en la subestación Trujillo Nueva, se muestran en la tabla 7.

Tabla 8, características técnicas de los transformadores de tensión.

Descripción	Unidad	500 kV	220 kV
Número de devanados secundarios	-	2	2
Relación de transformación asignada	-	4545	2000
Clase de precisión entre el 25 % y el 100 % de carga de precisión			
a) Entre el 5% y el 80% de la tensión asignada	-	3P	3P
b) Entre el 80 % de la tensión asignada	-	0.2	0.2
c) Entre el 120% y el 150% de la tensión asignada	-	3P	3P
Carga de precisión	-	-	-
a) Devanado 1	VA	5	5
b) Devanado 2	VA	5	5
Tensión secundaria para el sistema	V	110/V3	110/V3

Fuente: EIA Proyecto Reforzamiento LLTT Centro Norte Medio 500 kV (2010).

Los transformadores de tensión que se presentan a continuación en la figura 27, figura 29, se encuentran instalados en la subestación Trujillo Nueva a continuación se detalla de manera general:

- Transformadores de tensión 500 kV, marca ARTECHE, tipo DFK -525.
- Transformadores de tensión 220 kV, marca ARTECHE, tipo DFK-245.

Figura 27, Transformadores de tensión 500 kV, marca ARTECHE, tipo DFK-525, subestación Trujillo Nueva.



Fuente: PROPIA.

Figura 28, Placa de características técnicas del transformador de tensión DFK-525, subestación Trujillo Nueva.

TRANSFORMADOR DE TENSION CAPACITIVO										
Tipo	DFK-525	No.	10012027/14	Año	2011	EC	00044-5 2904			
Um	550 kV	50 Hz	Alamamiento	50/880/1550/1175 kV	Fv	1.5U _n 30%				
U _{1m}	A-N		500000 V/3		V					
	2-2n		2n-2n							
U _{2m}	110 V/3 V		110 V/3 V							
Potencia asignada	5 VA	5 VA	-		C ₀	1700+10%-5% pF	C ₁	1777 pF	C ₂	38100 pF
Clase	0.2-3P	0.2-3P	-		Cond. n°	10012027	1-2-3	Rango temp.	-25°/+40°C	
Patente Ismiza Rmiza	400 VA	400 VA	-		Condensador: Tipo aceite	SINTETICO		Masa	510 kg	
Clase de respuesta transi.	T1		-		Unidad electromagnética: Tipo escala	MINERAL		Masa	335 kg	
					Fv	1.2 Un continuo				
IMPORTANTE: Hermeticidad total. Prohibido desmontar										

Fuente: PROPIA.

Figura 29, transformador de tensión 245 kV, tipo DFK-245, marca ARTECHE, instalados en las subestaciones del proyecto.



Fuente: PROPIA.

Figura 30, Placa de características técnicas del transformador de tensión DFK-245, subestación Trujillo Nueva.

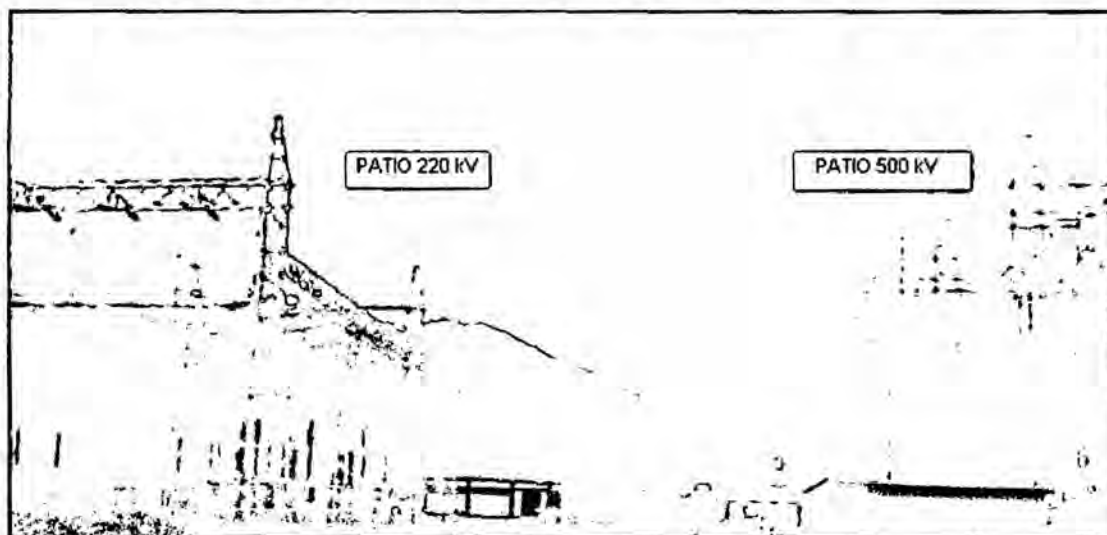


Fuente: PROPIA.

2.5 Descripción General de la Subestación Trujillo Nueva

La subestación Trujillo Nueva, se encuentra dividida en dos patios, patio superior e inferior, en el patio superior se encuentra la subestación de 500 kV y en el patio inferior se encuentra la subestación de 220 kV, entre ambos patios se encuentra la sala de control de la Subestación.

Figura 31, Vista interna Subestación Trujillo Nueva 220/500 kV.



Fuente: PROPIA.

2.5.1 Zona Superior - Subestación Trujillo Nueva 500 kV:

La subestación Trujillo Nueva 500 kV, presenta una configuración del tipo interruptor y medio, esta subestación se encuentra conformada por las siguientes instalaciones:

- 01 salida de línea hacia la subestación Chimbote 500 kV, L-5008.
- 01 salida al AT85-523 (autotransformador 500/220 kV).
- 01 salida para conexión de los reactores de línea R-21, diámetro =B02.
- 01 banco de reactores, compuesto por cuatro unidades monofásicas de 40 MVAR y 01 reactor de neutro de 796 Ohm.

A continuación se describen los equipos que hacen parte de cada diámetro construido en la nueva subestación Trujillo Nueva 500 kV, además cabe indicar que estos equipos a mencionar son parte del proyecto pruebas eléctricas para puesta en servicio (Grupo 3):

a) Diámetro =B02

Este diámetro corresponde a la ampliación de la subestación, el mismo se encuentra compuesto por el equipamiento siguiente:

- Cuatro (06) seccionadores de barra, tipo semipantografo, 550 kV, 2000 A, 40 kA, 1150 kV (BIL), con mando motorizado, Marca ALSTOM T&D, tipo SPV.
- Dos (02) seccionador de línea con su cuchilla de puesta a tierra, tipo semipantografo, 550 kV, 2000 A, 40 kA, 1150 kV (BIL), con mando motorizado, marca ALSTOM T&D, tipo SPVT.
- Seis (06) transformador de corriente de 525 kV, 1550 kV(BIL), con 04 núcleos, relación 2000-1000/1/1/1/1 A, (01 núcleo de medida CI 0.2, 5 VA, 03 núcleos de protección - 5P20, 10VA), marca ARTECHE, tipo CA-525.
- Tres (03) transformador de corriente de 525 kV, 1550 kV(BIL), con 06 núcleos, relación 2000-1000/1/1/1/1/1/1 A, (02 núcleo de medida CI 0.2, 5 VA, 04 núcleos de protección - 5P20, 10VA), marca ARTECHE, tipo CA-525.
- Dos (02) interruptores uni-tripolares, con mando motorizado, aislamiento en SF6, 550 kV, 1550 kV(BIL), 3150 A, 40 kA, marca SIEMENS, tipo 3AP2FI.
- Un (01) interruptor uni-tripolar, con mando motorizado, aislamiento en SF6, 550 kV, 1550 kV(BIL), 3150 A, 40 kA, cuenta adicionalmente con mando sincronizado PSD-02, marca SIEMENS, tipo 3AP2FI.
- Seis (06) transformadores de tensión tipo capacitivos 550 kV, 1550 kV(BIL), con dos devanados secundarios, relación $550/\sqrt{3}:100/\sqrt{3}$ cada uno (01 devanado de medida CI 0.2, 5 VA, 01 devanado de protección - 3P, 5VA), marca ARTECHE, tipo DFK-525.
- Nueve (09) pararrayos de ZnO, 444 kV, 355 kV, $I_n=20$ kA, marca TRIDELTA, tipo SB-444/20.5 - II.

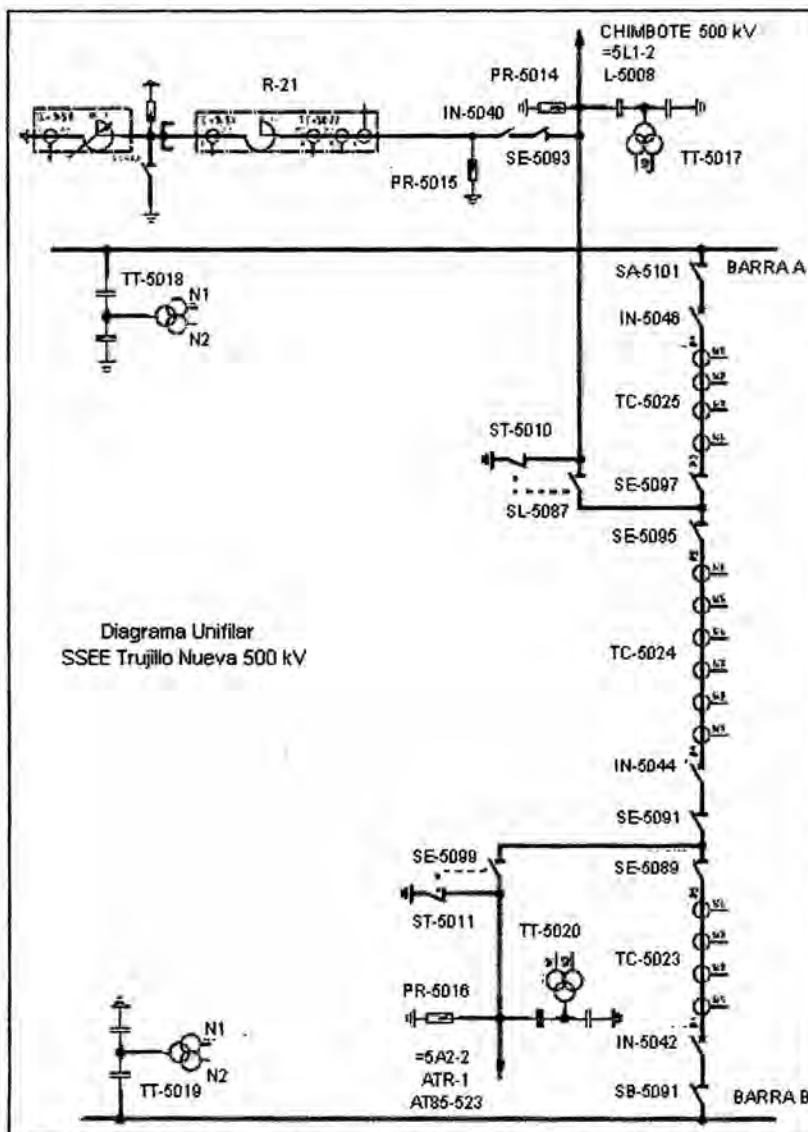
b) Celda del reactor = R21

La celda del reactor R-21 se encuentra conformada por los siguientes equipos:

- Un (01) seccionador de llegada, tipo doble apertura, 550 kV, 2000 A, 40 kA, 1150 kV (BIL), con mando motorizado, marca ALSTOM T&D, tipo S3CD.

- Un (01) interruptor uni-tripolar, con mando motorizado, aislamiento en SF6, 550 kV, 1550 kV(BIL), 3150 A, 40 kA, cuenta adicionalmente con mando sincronizado PSD-02, marca SIEMENS, tipo 3AP2FI.
- Tres (03) pararrayos de ZnO, 444 kV, 355 kV, In=20 kA, marca TRIDELTA, tipo SB-444/20.5 - II.

Figura 32, Diagrama unifilar de la SSEE Trujillo Nueva 500 kV.



Fuente: Diagramas Eléctricos PE-ZATR-DISE-KTR63.001(A2).

2.5.2 Zona Inferior - Subestación Trujillo Nueva 220 kV:

La subestación Trujillo Nueva 220 kV, presenta una configuración del tipo doble barra con acople más seccionador de transferencia, esta subestación se encuentra conformada por las siguientes instalaciones:

- 02 Celdas de salida de línea hacia la subestación Trujillo Norte, =2L1-7 (L-2290), =2L1-5 (L-2291) en 220 kV.
- 01 Celda de acople de barras, =2M2-0, en 220 kV.
- 01 Celda de transformación AT85-523, =2A1-9.

A continuación se describen los equipos que hacen parte de cada celda construida en la nueva subestación Trujillo Nueva 500 kV, además cabe indicar que estos equipos a mencionar son parte del proyecto pruebas eléctricas para puesta en servicio (Grupo 3):

a) Celda =2L1-7 (L-2290)

Esta celda corresponde a la salida de la línea L-2290, con dirección a la subestación Trujillo Norte 220 kV, la misma que se encuentra compuesta por el equipamiento siguiente:

- Un (01) seccionadores, tipo doble apertura, 245 kV, 2500 A, 40 kA, 1050 kV (BIL), con mando motorizado, marca ALSTOM T&D, tipo S3C.
- Un (01) seccionadores, tipo doble apertura con cuchilla de puesta a tierra, 245 kV, 2500 A, 40 kA, 1050 kV (BIL), con mando motorizado, marca ALSTOM T&D, tipo S3CT.
- Dos (02) seccionadores de transferencia y barra, tipo semipantografo, 245 kV, 2500 A, 40 kA, 1050 kV (BIL), con mando motorizado, marca ALSTOM T&D, tipo SPV.
- Tres (03) transformadores de corriente de 245 kV, 1050 kV(BIL), con 04 núcleos, relación 2500-1250/1/1/1/1 A, (01 núcleo de medida CI 0.2, 5 VA, 03 núcleos de protección - 5P20, 10VA), marca ARTECHE, tipo CA-245.
- Un (01) interruptor uni-tripolar, con mando motorizado, aislamiento en SF6, 245 kV, 1050 kV(BIL), 3150 A, 40 kA, marca SIEMENS, tipo 3AP1FI.
- Un (01) transformador de tensión tipo capacitivos 245 kV, 1050 kV(BIL), con dos devanados secundarios, relación $245/\sqrt{3}:100/\sqrt{3}$ cada uno (01 devanado de medida CI 0.2, 5 VA, 01 devanado de protección - 3P, 5VA), marca ARTECHE, tipo DFK-245.

- Tres (03) pararrayos de ZnO, 198 kV, 158 kV, In=20 kA, marca TRIDELTA, tipo SB-198/20.4 - I.

b) Celda =2L1-5 (L-2291)

Esta celda corresponde a la salida de la línea L-2291, con dirección a la subestación Trujillo Norte 220 kV, la misma que se encuentra compuesta por el equipamiento siguiente:

- Un (01) seccionadores, tipo doble apertura, 245 kV, 2500 A, 40 kA, 1050 kV (BIL), con mando motorizado, marca ALSTOM T&D, tipo S3C.
- Un (01) seccionadores, tipo doble apertura con cuchilla de puesta a tierra, 245 kV, 2500 A, 40 kA, 1050 kV (BIL), con mando motorizado, marca ALSTOM T&D, tipo S3CT.
- Dos (02) seccionadores de transferencia y barra, tipo semipantografo, 245 kV, 2500 A, 40 kA, 1050 kV (BIL), con mando motorizado, marca ALSTOM T&D, tipo SPV.
- Tres (03) transformadores de corriente de 245 kV, 1050 kV(BIL), con 04 núcleos, relación 2500-1250/1/1/1/1 A, (01 núcleo de medida CI 0.2, 5 VA, 03 núcleos de protección - 5P20, 10VA), marca ARTECHE, tipo CA-245.
- Un (01) interruptor uni-tripolar, con mando motorizado, aislamiento en SF6, 245 kV, 1050 kV(BIL), 3150 A, 40 kA, marca SIEMENS, tipo 3AP1FI.
- Un (01) transformador de tensión tipo capacitivos 245 kV, 1050 kV(BIL), con dos devanados secundarios, relación $245/\sqrt{3}:100/\sqrt{3}$ cada uno (01 devanado de medida CI 0.2, 5 VA, 01 devanado de protección - 3P, 5VA), marca ARTECHE, tipo DFK-245.
- Tres (03) pararrayos de ZnO, 198 kV, 158 kV, In=20 kA, marca TRIDELTA, tipo SB-198/20.4 - I.

c) Celda de Transformación AT85-523, =2A1-9

Esta celda corresponde al autotransformador AT85-523, la misma que se encuentra compuesta por el equipamiento siguiente:

- Un (01) seccionadores, tipo doble apertura, 245 kV, 2500 A, 40 kA, 1050 kV (BIL), con mando motorizado, marca ALSTOM T&D, tipo S3C.
- Un (01) seccionadores, tipo doble apertura con cuchilla de puesta a tierra, 245 kV, 2500 A, 40 kA, 1050 kV (BIL), con mando motorizado, marca ALSTOM T&D, tipo S3CT.

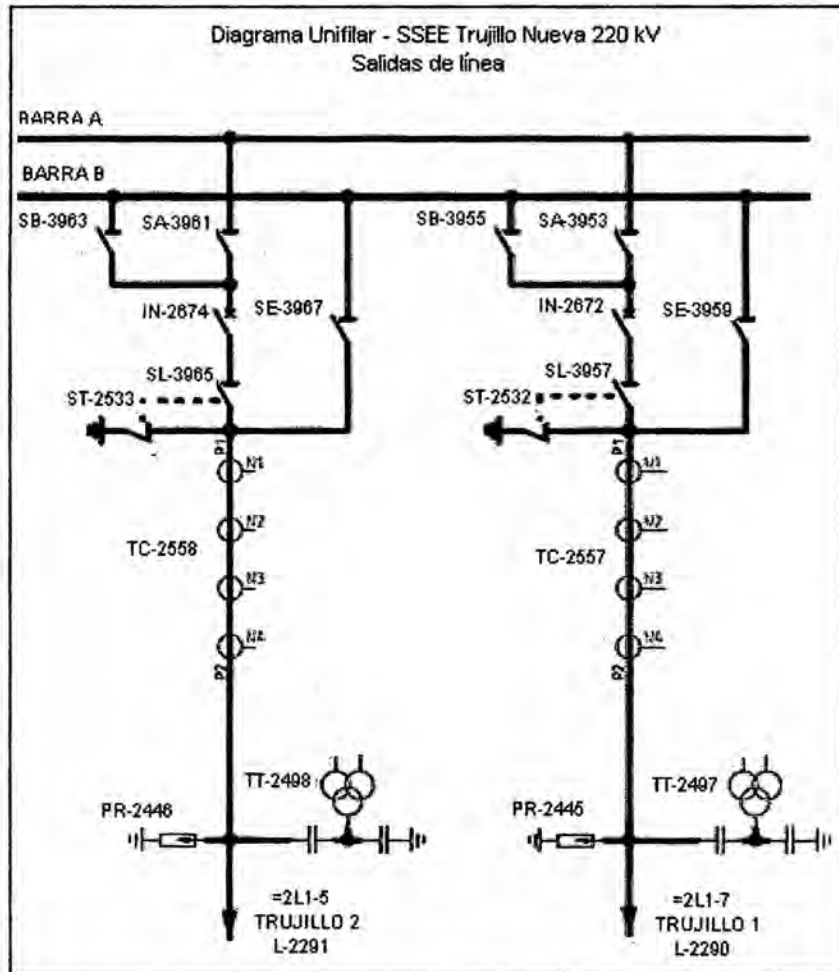
- Dos (02) seccionadores de transferencia y barra, tipo semipantografo, 245 kV, 2500 A, 40 kA, 1050 kV (BIL), con mando motorizado, marca ALSTOM T&D, tipo SPV.
- Tres (03) transformadores de corriente de 245 kV, 1050 kV(BIL), con 04 núcleos, relación 2500-1250/1/1/1/1 A, (01 núcleo de medida CI 0.2, 5 VA, 03 núcleos de protección - 5P20, 10VA), marca ARTECHE, tipo CA-245.
- Un (01) interruptor uni-tripolar, con mando motorizado, aislamiento en SF6, 245 kV, 1050 kV(BIL), 3150 A, 40 kA, cuenta adicionalmente con mando sincronizado PSD-02, marca SIEMENS, tipo 3AP1FI.
- Un (01) transformador de tensión tipo capacitivos 245 kV, 1050 kV(BIL), con dos devanados secundarios, relación $245/\sqrt{3}:100/\sqrt{3}$ cada uno (01 devanado de medida CI 0.2, 5 VA, 01 devanado de protección - 3P, 5VA), marca ARTECHE, tipo DFK-245.
- Tres (03) pararrayos de ZnO, 198 kV, 158 kV, In=20 kA, marca TRIDELTA, tipo SB-198/20.4 - I.

d) Celda Acople de Barras =2M2-0

Esta celda corresponde al acople de barras, la misma que se encuentra compuesta por el equipamiento siguiente:

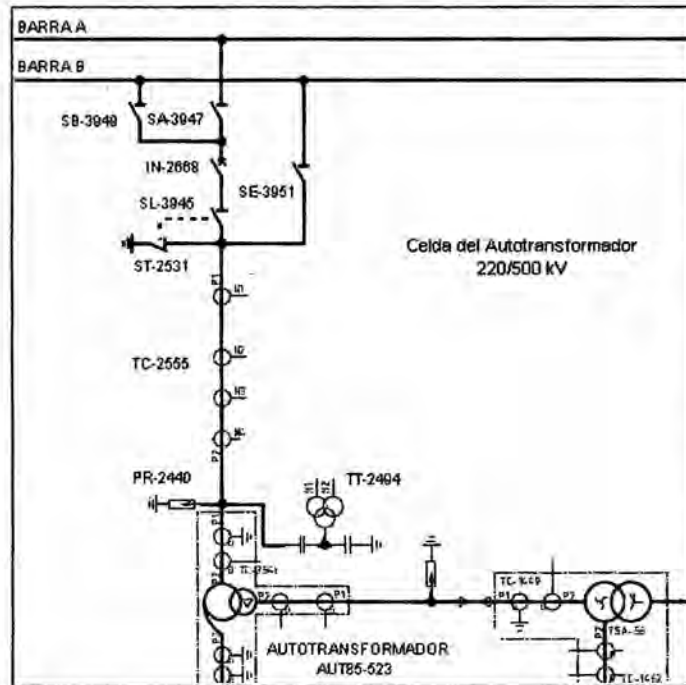
- Dos (02) seccionadores, tipo doble apertura, 245 kV, 2500 A, 40 kA, 1050 kV (BIL), con mando motorizado, marca ALSTOM T&D, tipo S3C.
- Tres (03) transformadores de corriente de 245 kV, 1050 kV(BIL), con 04 núcleos, relación 2500-1250/1/1/1/1 A, (01 núcleo de medida CI 0.2, 5 VA, 03 núcleos de protección - 5P20, 10VA), marca ARTECHE, tipo CA-245.
- Un (01) interruptor uni-tripolar, con mando motorizado, aislamiento en SF6, 245 kV, 1050 kV(BIL), 3150 A, 40 kA, marca SIEMENS, tipo 3AP1FI.
- Dos (02) transformadores de tensión tipo capacitivos 245 kV, 1050 kV(BIL), con dos devanados secundarios, relación $245/\sqrt{3}:100/\sqrt{3}$ cada uno (01 devanado de medida CI 0.2, 5 VA, 01 devanado de protección - 3P, 5VA), marca ARTECHE, tipo DFK-245.

Figura 33, Diagrama unifilar de la SSEE Trujillo Nueva 220 kV, salidas de línea.



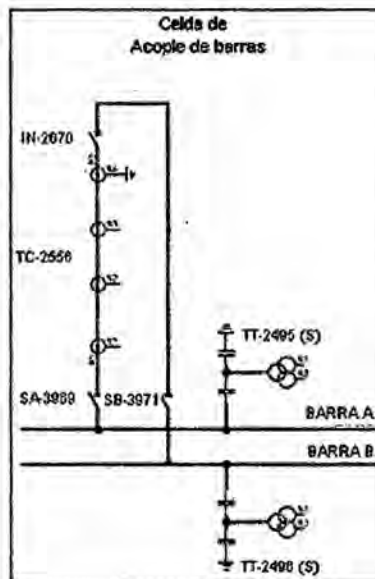
Fuente: Diagramas Eléctricos PE-ZATR-DISE-KTR63.001(A2) - 2011.

Figura 34, Diagrama unifilar de la SSEE Trujillo Nueva 220 kV, Celda del AUT85-523.



Fuente: Diagramas Eléctricos PE-ZATR-DISE-KTR63.001(A2) - 2011.

Figura 35, Diagrama unifilar de la SSEE Trujillo Nueva 220 kV, Celda del Acople de barras.



Fuente: Diagramas Eléctricos PE-ZATR-DISE-KTR63.001(A2) - 2011.

2.6 Pruebas realizadas al equipamiento de Alta – Extra Alta Tensión instalado en la subestación Trujillo Nueva 220/500 kV

El objetivo fundamental de las pruebas es el de verificar las características de diseño de los equipos de patio, sean éstas del tipo eléctricas y mecánicas, con la finalidad de garantizar la condición de los elementos probados.

Este tipo de pruebas se realizan al fabricarlos, también antes de ponerlos en servicio y como parte del mantenimiento para monitorear su condición de estado durante su ciclo de vida, estas pruebas son muy útiles para el personal de mantenimiento ya que en base a ellas se pueden tomar acciones de mantenimiento del tipo preventivas y correctivas.

Existen dos tipos de pruebas que se realizan a los equipos:

- Pruebas FAT (Pruebas realizadas en fábrica).
- Pruebas SAT (Pruebas realizadas en Campo).

A continuación se describen los tipos de pruebas:

2.8.1 Pruebas de fábrica - FAT.

Son aquellas pruebas ejecutadas en fábrica las cuales sirven para garantizar al cliente que el equipo que ha adquirido cumple con las especificaciones de diseño exigido por las normas y por su requerimiento particular.

Las normas exigen pruebas de tipo (pruebas de diseño) y pruebas de rutina (pruebas de producción).

¿Qué son las pruebas de Tipo?

Las pruebas de tipo se realizan una sola vez en un objeto de prueba representativo de acuerdo con las normas aplicables y no se repiten sin cargo adicional. El propósito fundamental es de verificar las características de diseño. Estas pruebas son descritas en la publicación IEC 62271-100 o referidas a la publicación IEC 60694; aplicable a los equipos de alta tensión en general.

¿Qué son las pruebas de Rutina?

Las pruebas de rutina se realizan en cada equipo antes del suministro y de acuerdo con las normas aplicables tal como la publicación IEC 62271-100. El

propósito de las pruebas de rutina es de verificar el montaje y funcionamiento de cada equipo en particular. Los certificados de las pruebas de rutina son enviados al cliente con cada suministro.

Figura 36, Campo de Pruebas SIEMENS SA, Bogotá.



Fuente: Capacitación Básica en Pruebas a Equipos de Potencia, SIEMENS S.A.

2.8.2 Pruebas de Campo - SAT.

Son pruebas ejecutadas después de ser montados o instalados los equipos en su sitio de operación y antes de ponerlos en servicio, sirven para verificar que el equipo instalado no sufra variación significativa de sus características, parámetros eléctricos y mecánicos durante el montaje de los mismos, esta comparación o verificación se realiza en base a las medidas realizadas en fábrica (Pruebas FAT).

Estas pruebas son muy importantes para dar inicio al ciclo de vida del activo instalado, las áreas de mantenimiento tienen en cuenta los valores obtenidos ya que a partir de ellos se puede diagnosticar su condición y sus tendencias de deterioro como consecuencia de su uso, permitiendo tomar acciones preventivas o correctivas que garanticen su buen funcionamiento, por ende asegurar la confiabilidad del sistema de potencia.

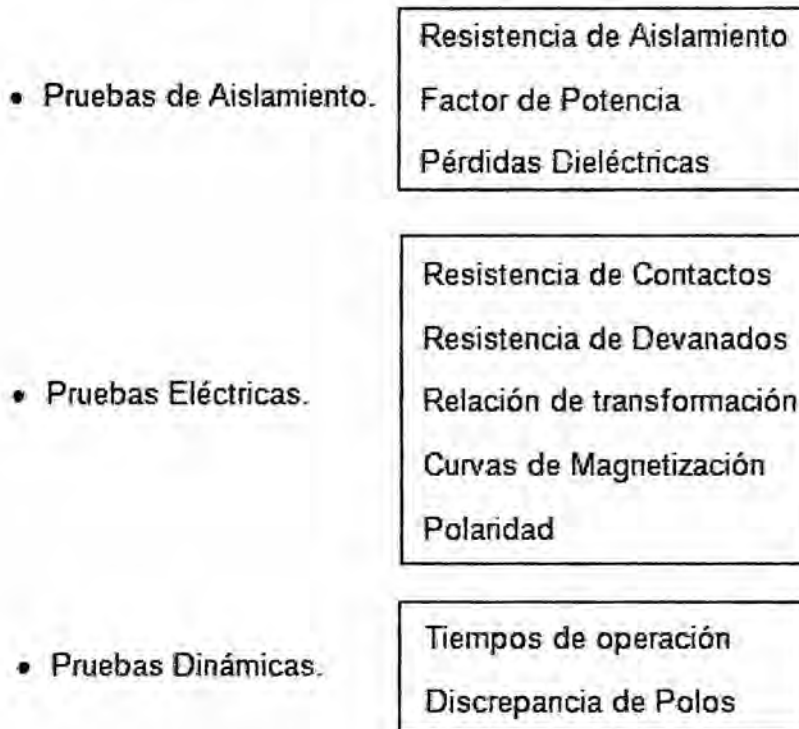
Las pruebas SAT para el proyecto se ejecutaron con los equipos para pruebas primarias marca OMICRON; modelo CPC-100 + CPT-TD1 y el analizador de interruptores marca DOBLE; modelo TDR 900.

2.8.3 Clasificación de los tipos de Pruebas realizadas al equipamiento de alta - extra alta tensión instalado en la subestación Trujillo Nueva

En el presente punto indicamos la clasificación de los tipos de pruebas ejecutadas al equipamiento de Alta y Extra Alta tensión de la subestación Trujillo Nueva 220/500 kV.

Los tipos de pruebas se dividen en tres grupos para una mejor comprensión.

Figura 37, Clasificación de las pruebas para Puesta en servicio.



Fuente: SIEMENS SA, Unidad de Servicios, Colombia 2005.

Las pruebas indicadas aplican tanto para los equipos de 220/500 kV.

2.8.4 Listado de pruebas solicitadas por el cliente PDI

La presente relación de pruebas se encuentra en base al documento PE-ZATR-DISE-DG81.002, especificaciones técnicas montaje, pruebas y puesta en servicio - subestaciones proyecto Zapallal - Trujillo 220/500 kV, el cual indica que una vez instalados los equipos de alta tensión, se les debe de realizar las pruebas de campo individualmente con el fin de evaluar su correcto funcionamiento y el buen estado de sus componentes.

Además se indica que los equipos que posean partes móviles se les deben de verificar que estas tengan un movimiento libre sin obstáculos. Si son movidos por motores, deben de responder al mando local:

a) Listado de pruebas a Interruptores de Potencia:

- Medición del tiempo desde la energización de la bobina de disparo hasta la apertura de los contactos principales.
- Medición del tiempo desde la energización de la bobina de cierre hasta el cierre de los contactos principales.
- Medición del tiempo desde la energización de la bobina de cierre hasta el cierre de los contactos principales durante una operación automática de recierre.

- Pruebas de funcionamiento del interruptor con el relé de mando sincronizado. Es responsabilidad de El Contratista, la parametrización del relé de mando sincronizado, de acuerdo con las recomendaciones del fabricante correspondiente.
- Verificar ausencia de fugas de SF6.
- Verificar funcionamiento de indicadores de presión de SF6.
- Verificar funcionamiento de interruptores de presión de SF6.
- Verificar que contengan la cantidad y presión de SF6 adecuadas para su funcionamiento.
- Medición de la resistencia de los contactos principales.
- Medida de resistencia de aislamiento.
- Medida de factor de potencia y de capacitancia.
- Pruebas de continuidad y aislamiento en conexiones prearmadas entre polos del interruptor.

b) Listado de pruebas a Seccionadores de Potencia:

- Verificación de la lógica de enclavamientos.
- Medida de resistencia de aislamiento.
- Medición del tiempo de operación.
- Resistencia de los contactos principales.
- Verificación de corriente en unidad motriz durante cierre y apertura.

c) Listado de pruebas a transformadores de Corriente:

- Medida de resistencia de los devanados secundarios.
- Medida de resistencia de aislamiento.
- Medida de factor de potencia y de capacitancia.
- Verificación de las curvas de excitación.
- Medida de la relación de transformación y verificación de polaridad.

d) Listado de pruebas a transformadores de Tensión:

- Medida de resistencia de aislamiento.
- Medida de la relación de transformación y verificación de polaridad.

e) Listado de pruebas a Pararrayos:

- Medida de las condiciones de aislamiento.
- Medida de corriente de fuga después de su energización.

2.8.5 Descripción General de las pruebas realizadas al equipamiento de alta - extra alta tensión instalado en la subestación Trujillo Nueva.

a) Prueba de Resistencia de Aislamiento

La prueba de resistencia de aislamiento tiene como objetivo evaluar el aislamiento sólido de los equipos de alta tensión, los cuales proveen un alto nivel de aislamiento y una capacidad importante de disipación de calor. Se comportan como materiales dieléctricos que previenen el flujo de electricidad entre puntos de diferente potencial.

La prueba de resistencia de aislamiento se realiza en corriente continua, para la realización de la prueba en campo se utilizan equipos que pueden aplicar voltajes entre 100 a 15000 V DC, el equipo empleado es un medidor de alta resistencia (en el rango de los MegaOhmios) cuyo propósito es establecer la resistencia de aislamiento.

La calidad del aislamiento se evalúa según el valor obtenido, la resistencia de aislamiento también depende de factores externos sujetos a evaluación, tales como son la temperatura, la humedad. Los resultados obtenidos son corregidos a la temperatura de 20°C de acuerdo con la tabla 10.14 (Insulation Resistance - conversions factors for conversion of test temprature to 20°C) publicada en la norma NETA 1999, la cual se muestra en la tabla 8.

Tabla 9, Tabla para corrección de la resistencia de aislamiento.

Temperatura		Multiplicador	
°C	°F	Aparato que Contiene Aislamiento inmerso en Aceite	Aparato que Contiene Aislamiento Sólido
0	32	0.25	0.40
5	41	0.36	0.45
10	50	0.50	0.50
15	59	0.75	0.75
20	68	1.00	1.00
25	77	1.40	1.30
30	86	1.98	1.60
35	95	2.80	2.05
40	104	3.95	2.50
45	113	5.60	3.25
50	122	7.85	4.00
55	131	11.20	5.20
60	140	15.85	6.40
65	149	22.40	8.70
70	158	31.75	10.00
75	167	40.70	13.00
80	176	63.50	16.00

Fuente: Norma NETA 1999.

Las correcciones de las lecturas obtenidas solo aplican para aislamientos inmersos en aceite y aislamientos inmersos en aislantes sólidos, la tabla no muestra la corrección para aislantes inmersos en gas SF6, por lo cual se indica que dicha corrección no se realiza por tanto el valor del aislamiento registrado para el gas SF6 como es el caso del interruptor de potencia se coloca en los respectivos protocolos de campo.

Los resultados de esta prueba poseen un alto poder predictivo al comparar con un registro histórico de pruebas efectuadas, de esta forma se puede analizar la tendencia del aislamiento. Un valor puntual de la resistencia de aislamiento pudiera ser insuficiente para poder indicar la fortaleza o debilidad del aislamiento, un valor bajo en la resistencia de aislamiento pudiera indicar contaminación o la existencia de un problema que pudiera causar daños a corto plazo al equipo.

En la figura 38, se ilustra de manera gráfica la conexión utilizada para la ejecución de la prueba de resistencia de aislamiento.

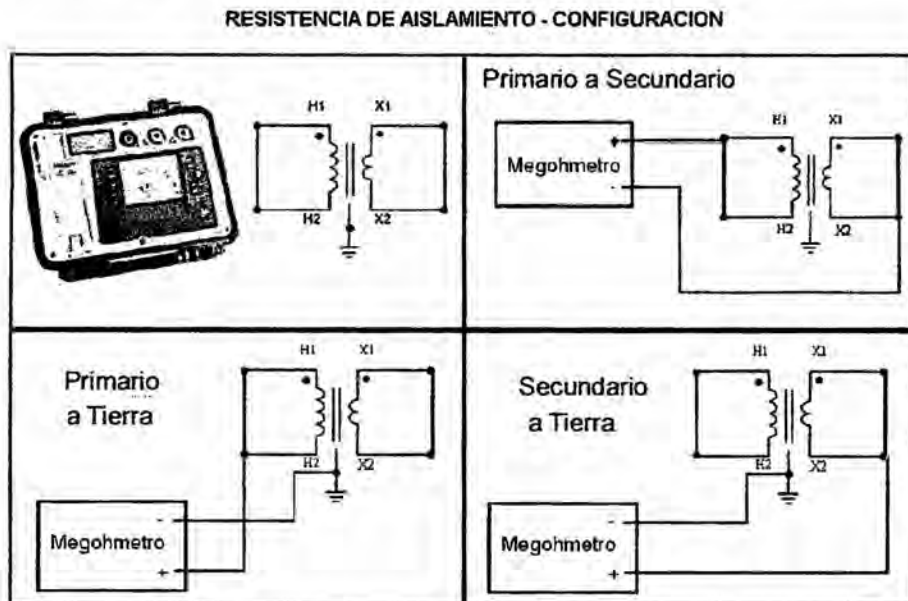
Figura 38, Campo de Pruebas SIEMENS SA, Bogotá.



Fuente: Conferencia Pruebas Eléctricas a Transformadores, Argentina 2010 - Megger.

En la figura 39, se ilustra de manera gráfica la conexión utilizada para la ejecución de la prueba de resistencia de aislamiento.

Figura 39, Conexiones para pruebas de resistencia de aislamiento.



Fuente: Conferencia Pruebas Eléctricas a Transformadores, Argentina 2010 - Megger.

Las pruebas de resistencia de aislamiento no se han realizado en fábrica por tanto, los valores a obtener no tienen modo de comparación.

Las pruebas de resistencia de aislamiento aplican para los equipos de alta y extra alta tensión (Pararrayos, Interruptor de potencia, seccionador de potencia, transformadores de corriente y tensión).

b) Prueba de Factor de Potencia, Pérdidas Dieléctricas, Capacitancia.

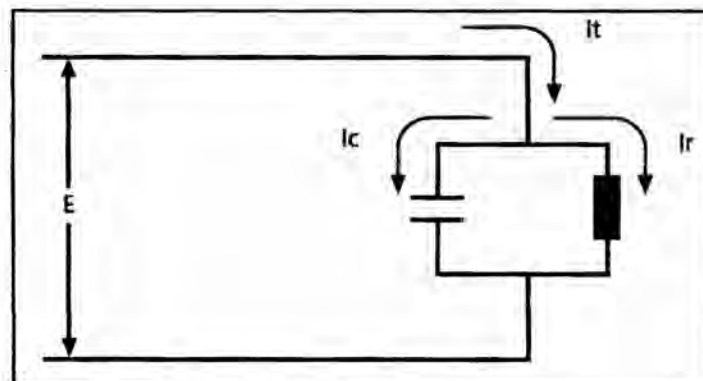
Las pruebas de factor de potencia aplican para los transformadores de instrumentación (Corriente - Tensión), las pruebas de pérdidas dieléctricas aplican para los pararrayos e interruptores de potencia.

La prueba de factor de potencia y capacitancia tiene como objetivo evaluar el aislamiento y capacitancia de los equipos (transformadores de instrumentación) Mediante esta prueba se determina la calidad del aislamiento de todo equipo eléctrico. En el caso del aislamiento sólido, se recomienda usar un nivel de voltaje nominal del equipo o superior a 1000 V en AC.

La prueba de factor de potencia se basa en un modelo conformado por un capacitor en paralelo con una resistencia o un capacitor en serie con una

resistencia. El capacitor representa la capacitancia del equipo bajo prueba y la resistencia representa las pérdidas en el aislamiento cuando se le aplica un voltaje de prueba. Para nuestro análisis, el modelo considerado se trata de una resistencia en paralelo con un capacitor, la figura 40 muestra el modelo, donde I_t representa la corriente total que circula por el equipo de prueba, I_c es la corriente capacitiva e I_r la corriente resistiva.

Figura 40, Representación del modelo paralelo del aislamiento.

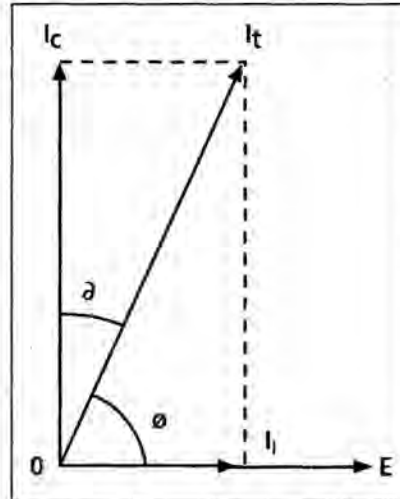


Fuente: Revista Evaluación de Estado de Equipo de Subestación - Megger.

El elemento resistivo en el circuito equivalente representa los vatios de pérdida disipados en el aislamiento cuando se aplica un voltaje. El elemento capacitivo representa el capacitor que existe entre la parte que se energiza del equipo, la carcasa y tierra.

En la figura 41, se presenta la representación fasorial del circuito eléctrico correspondiente al modelo paralelo del aislamiento.

Figura 41, Diagrama fasorial del circuito presentado



Fuente: Revista Evaluación de Estado de Equipo de Subestación - Megger.

En el circuito eléctrico con un voltaje E en AC aplicado, los vatios que representan a las pérdidas vienen dados por:

$$\text{Vatios} = E \times I_t \times \cos \emptyset \dots (1)$$

Donde \emptyset representa el ángulo de fase entre el voltaje de prueba y la corriente total que fluye por el aislamiento, mientras que el coseno del ángulo \emptyset es conocido como el factor de potencia y es igual a:

$$\cos \emptyset = \text{Vatios} / (E \times I_t) \dots (2)$$

De igual forma el ángulo complementario, δ representa el ángulo entre la corriente total y la corriente capacitiva. Para este ángulo existe una relación que se denomina factor de disipación definido como:

$$\text{Tan } \delta = I_r / I_c \dots (3)$$

Lo que en el plano de impedancias implica que:

$$\text{Tan } \delta = R / X_c \dots (4)$$

Por lo que:

$$\text{Tan } \delta = R \times W \times C \dots (5)$$

Como aproximación matemática podemos ver que para valores δ menores a 20°C, $\tan \delta$ es aproximadamente igual al $\cos \varnothing$. La tabla 9 muestra valores comparativos entre factor de potencia y factor de disipación para diferentes valores de \varnothing y δ .

Tabla 10, Comparación entre el valor de factor de potencia y el factor de disipación.

Angulo \varnothing	% Cos \varnothing	Angulo δ	% Tan δ
90,0	0	0	0
89,71	0,5	0,29	0,5
87,13	5,0	2,87	5,0
84,26	10,0	5,74	10,05
81,37	15,0	8,63	15,18
80,00	17,36	10,0	17,63
75,00	25,88	15,0	26,79
70,00	34,20	20,0	36,39

Fuente: Revista Evaluación de Estado de Equipo de Subestación - Megger.

A continuación se presenta un circuito modelo para la ejecución de la prueba de factor de potencia y pérdidas dieléctricas:

El circuito presentado mide la corriente total que circula por el equipo bajo prueba y los vatios de pérdida. El factor de potencia vendrá dado por la siguiente ecuación:

$$\% \text{ Factor de Potencia} = \text{Vatios} \times 10 / \text{Miliamperes} \dots (6)$$

El valor de la capacitancia podrá calcularse de la siguiente manera:

$$\text{Capacitancia en picofaradios} = 265 \times \text{Miliamperes} \dots (7)$$

Siempre y cuando el factor de potencia sea menor al 15% y el voltaje de prueba sea 10 kV.

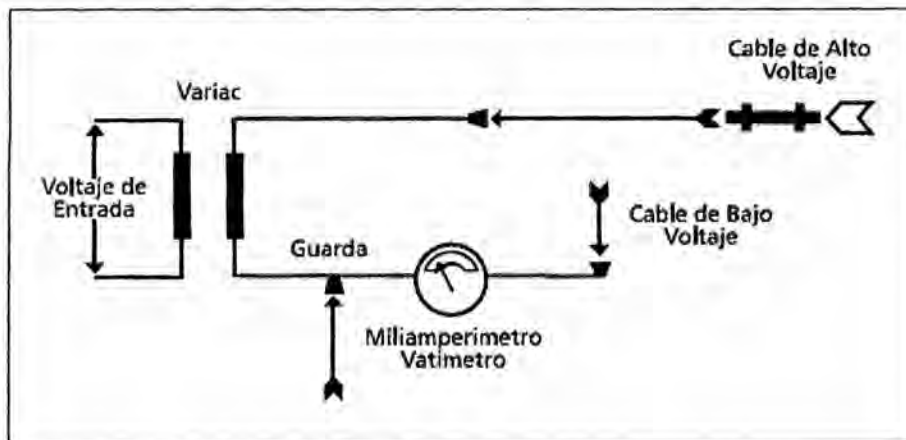
En el caso de que el voltaje sea otro valor diferente a 10 kV, la corriente y los vatios de pérdida pueden referirse a la base 10 kV aplicando las siguientes equivalencias:

$$\text{Corriente equivalente a 10 kV} = \text{Corriente Leída} \times 10 / \text{Voltaje de Prueba} \dots (8)$$

Vatios equivalentes a 10 kV = Vatios Leídos x 100 / (Voltaje de Prueba)² ... (9)

En base al circuito simplificado del equipo de medición del factor de potencia, mostrado en la figura 42, se explican los modos de prueba.

Figura 42, Circuito simplificado del equipo de pruebas del factor de potencia.



Fuente: Revista Evaluación de Estado de Equipo de Subestación - Megger.

Modos de Prueba

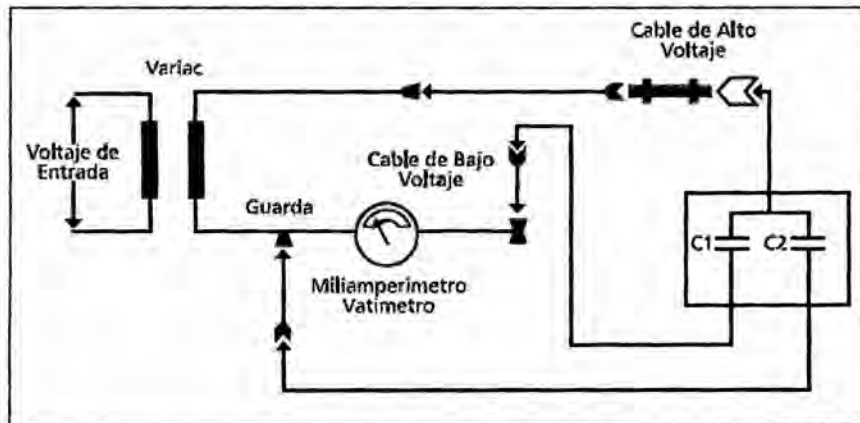
Para realizar la prueba de factor de potencia existen tres modos de prueba, los cuales se mencionan a continuación:

- Modo UST.
- Modo GST - Tierra.
- Modo GST - Guarda.

Modo UST

En inglés Ungrounded Specimen Test, significa prueba de un equipo no puesto a tierra. Como su nombre lo indica la prueba mide la corriente del equipo que no circula hacia tierra. La figura 43, muestra la forma de conexión del equipo.

Figura 43, Conexión para modo de prueba UST.

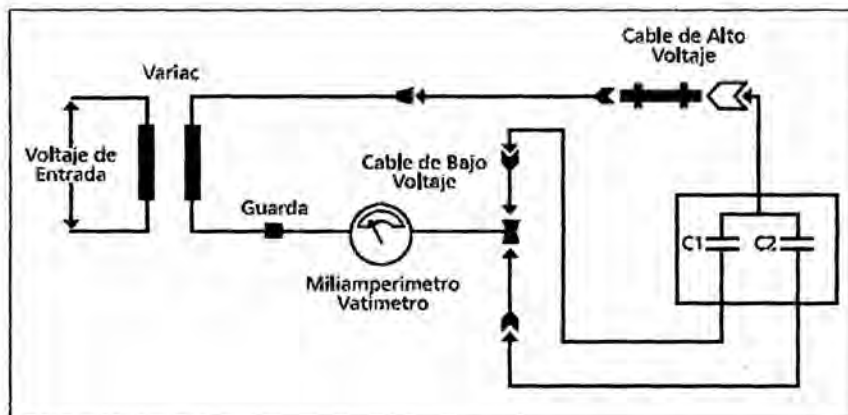


Fuente: Revista Evaluación de Estado de Equipo de Subestación - Megger.

Modo GST - Ground, GST - Tierra

En inglés Grounded Specimen Test, significa prueba de un equipo puesto a tierra. Como su nombre lo indica la prueba mide toda la corriente de fuga que circula hacia tierra y que circula hacia el cable de bajo voltaje, que en este caso también está puesto a tierra. La figura 44, muestra la forma de conexión del equipo.

Figura 44, Conexión para modo de prueba GST.

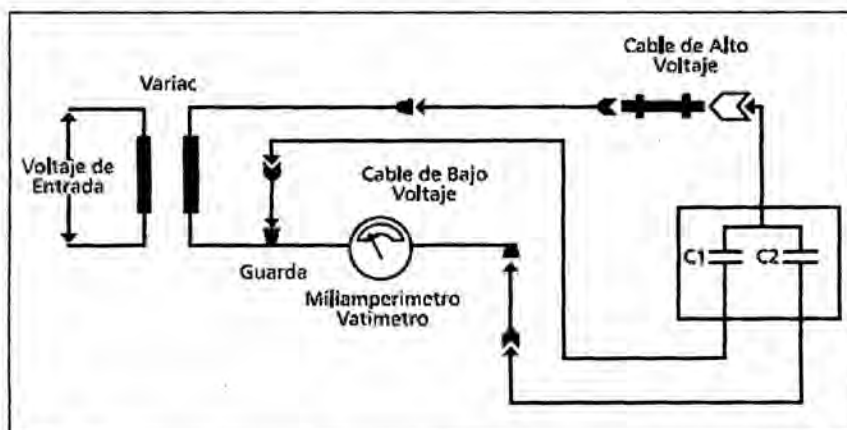


Fuente: Revista Evaluación de Estado de Equipo de Subestación.

Modo GST - Guarda

En este modo sólo se mide la corriente de fuga hacia tierra obviando la corriente que circula por el cable de bajo voltaje. La figura 45 muestra la forma de conexión del equipo.

Figura 45, Conexión para modo de prueba GST Guarda.



Fuente: Revista Evaluación de Estado de Equipo de Subestación - Megger.

Prueba de Factor de Potencia

La prueba de factor de potencia se realiza en corriente alterna, para la realización de la prueba en campo se utilizan equipos que pueden aplicar voltajes entre 1000 a 10000 V AC.

La calidad del aislamiento para los transformadores de Corriente - Tensión, se evalúa según el valor obtenido, el factor de potencia de acuerdo al fabricante debe de encontrarse por debajo del 0.5 % esta prueba de aislamiento también depende de factores externos sujetos a evaluación, tales como son la temperatura, la humedad.

Los valores obtenidos en la prueba de factor de potencia realizada en fábrica son referenciales debido a que el valor de la frecuencia de prueba ($f=50$ Hz), difiere de la frecuencia industrial del sistema eléctrico nacional ($f=60$ Hz).

Prueba de pérdidas dieléctricas

La prueba de pérdidas dieléctricas tiene como objetivo encontrar las pérdidas en mili - vatios de los diferentes aislamientos de potencia y la capacitancia del interruptor (Cámara de extinción del arco, aislador soporte), esta prueba se realiza bajo la metodología DOBLE, que aplica para pruebas en campo.

Las pérdidas dieléctricas aplican tanto para los dos tipos de interruptores en tanque vivo, tipo columna y tipo "T". Los interruptores tipo columna poseen un aislador soporte que tiene como finalidad aislar la cámara de interrupción de tierra.

Para ambos tipos de interruptores las pruebas se realizan con el interruptor en posición abierto.

La prueba de pérdidas dieléctricas se realiza en corriente alterna, para la realización de la prueba en campo se utilizan equipos que pueden aplicar voltajes entre 2000 a 10000 V AC.

La calidad del aislamiento se evalúa según el valor obtenido de pérdidas dieléctricas también depende de factores externos sujetos a evaluación, tales como son la temperatura, la humedad. Para la realización de la prueba se recomienda valores de humedad menores a 50%.

Los valores obtenidos de pérdidas dieléctricas en la cámara y el aislador soporte, se comprueban con una tercera prueba que como resultado final arroja la suma de pérdidas en la cámara y el aislador soporte.

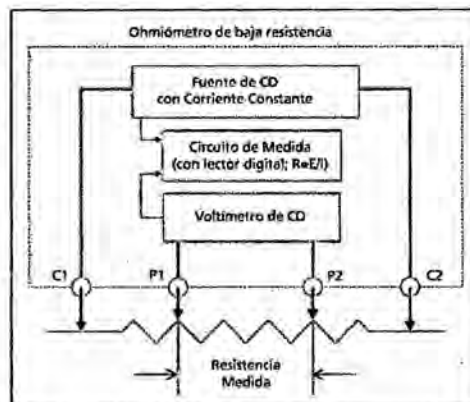
Los valores obtenidos en la prueba de pérdidas dieléctricas no se realizan en fábrica, por lo que los valores obtenidos quedan como referencia para su inicio de vida del activo.

Las pruebas de pérdidas dieléctricas aplican sólo para los Pararrayos, e Interruptores de potencia.

c) Prueba de Resistencia de Contactos

La prueba de resistencia de contactos aplica tanto para seccionadores e interruptores de Potencia. La prueba consiste en inyectar desde una fuente de alimentación en continua, una corriente y medir la caída de tensión entre los terminales donde se inyecta la corriente, tal como se muestra en la figura 46.

Figura 46, Modelo para medición de baja resistencia.



Fuente: Guía para prueba de Baja Resistencia - Megger.

El equipo de pruebas recoge los valores de la caída de tensión y posee un algoritmo interno el cual entrega el valor de la resistencia del objeto bajo prueba.

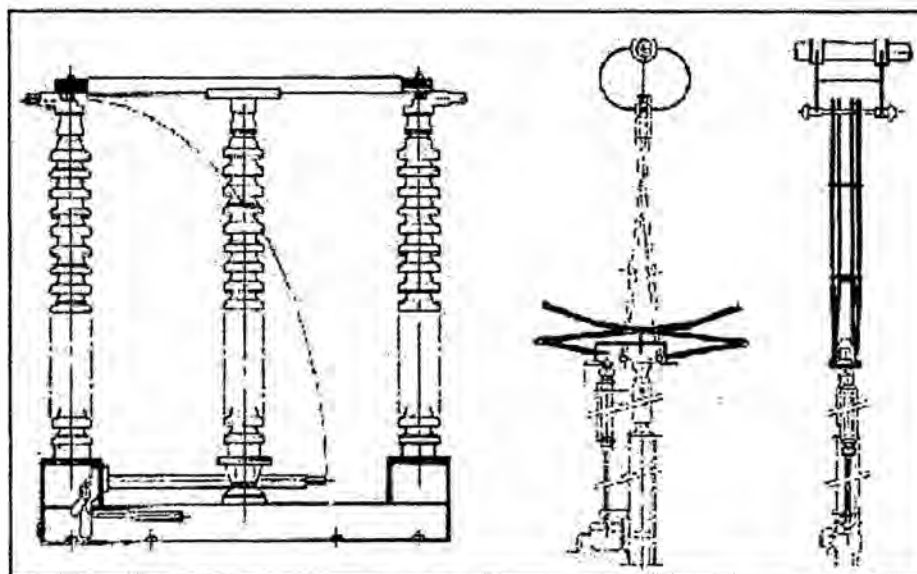
A continuación se describe la prueba de resistencia de contactos para seccionadores e interruptores de potencia.

Prueba de Resistencia de Contactos para Seccionadores de Potencia

La prueba de resistencia de contactos en los seccionadores de potencia tiene como objetivo evaluar la resistencia del seccionador (Se evalúa todo el brazo del seccionador), los contactos de los seccionadores están hechos de materiales resistentes al arco eléctrico el cual se origina durante la operación del seccionador bajo carga nominal o bajo falla.

Para la ejecución de la prueba el seccionador de potencia debe de encontrarse en posición cerrado y el mando eléctrico debe de estar bloqueado.

Figura 47, seccionadores de potencia en posición cerrada.



Fuente: Curso de Seccionadores y Cuchillas de tierra - SIEMENS SAC 2009.

La prueba de resistencia de contactos se realiza en corriente continua, se aplica una corriente 100 A DC.

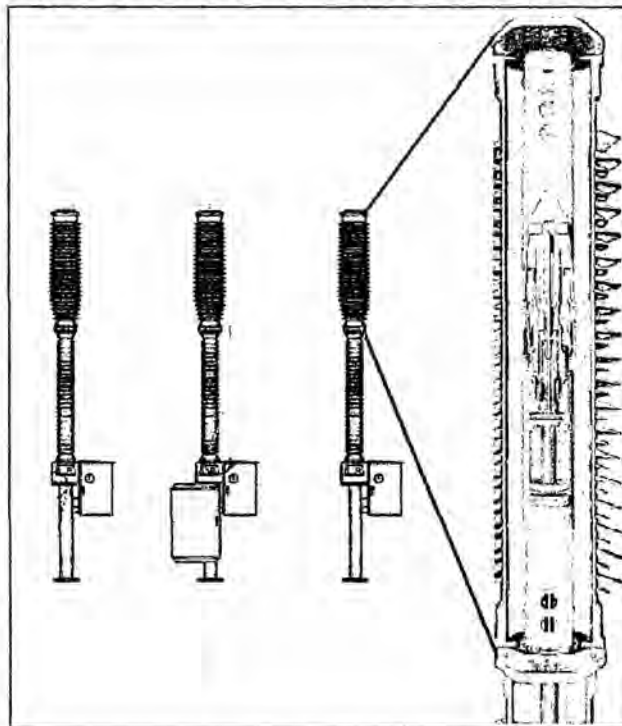
El valor obtenido debe de compararse con el valor obtenido en fábrica, este valor no requiere de factor de corrección alguno, el valor de la resistencia obtenida se debe de encontrar en el orden de los microhmios ($\mu\Omega$).

Prueba de Resistencia de Contactos para Interruptores de Potencia

La prueba de resistencia de contactos tiene como objetivo evaluar los contactos fijos y móviles de los interruptores, los cuales están hechos de materiales resistentes al arco eléctrico el cual se origina durante la operación del interruptor bajo carga nominal o bajo falla.

Para la ejecución de la prueba el interruptor debe de encontrarse en posición cerrado.

Figura 48, Interruptor de potencia en posición cerrada.



Fuente: PROPIA.

La prueba de resistencia de contactos se realiza en corriente continua, se aplica una corriente 100 A DC.

El valor obtenido debe de compararse con el valor obtenido en fábrica, este valor no requiere de factor de corrección alguno, el valor de la resistencia obtenida se debe de encontrar en el orden de los microhmios ($\mu\Omega$).

Los valores que se presentan en los protocolos de fábrica están dados como caída de tensión entre dos puntos, indicando la corriente de prueba la cual es 100 A DC, con ello el ingeniero de pruebas calcula la resistencia de los

contactos, estos valores sirven como referencia para las pruebas ejecutadas en campo.

d) Prueba de Resistencia de Devanados

La prueba de resistencia de devanados se realiza en corriente continua, esta prueba se realiza a los transformadores de corriente y tensión.

El valor de la resistencia entre los devanados puede revelar una gran cantidad de información referente al mismo.

Adicionalmente a los problemas que puedan presentar los arrollamientos abiertos o vueltas cortocircuitadas otros tipos de problemas pueden ser detectados.

Para la realización de la prueba en campo se utilizan equipos que pueden aplicar corrientes en continua, se recomienda aplicar valores de 0.1 - 0.2 A. Los valores de resistencia de devanados se encuentran en el orden de los microhmios ($m\Omega$).

Los valores obtenidos en la prueba de resistencia de devanados se comparan con los valores obtenidos en fábrica, los valores obtenidos quedan como referencia para su inicio de vida del activo.

e) Prueba de Relación de Transformación

La prueba de relación de transformación se realiza en corriente alterna, esta prueba aplica para los transformadores de corriente y tensión. La prueba sirve para determinar el número de vueltas del devanado primario contra el devanado secundario. El valor de la relación de transformación entre los devanados puede revelar una gran cantidad de información, tales como espiras cortocircuitadas, circuitos abiertos, conexiones incorrectas.

El equipo de pruebas a usar posee la capacidad de inyectar corrientes y tensiones en AC.

Para realizar la prueba de relación de transformación en los transformadores de corriente, se utiliza una fuente de corriente alterna, la cual inyecta una corriente primaria, el valor a inyectar dependerá de la relación de transformación del transformador de corriente, usualmente se usa una corriente del (20 - 40 - 60 - 80)% según sea la relación, el equipo de pruebas puede inyectar hasta 800 A AC.

Para realizar la prueba de relación de transformación en los transformadores de tensión, se utiliza una fuente de tensión alterna, la cual inyecta una tensión primaria, el valor a inyectar dependerá de la relación de transformación del transformador de tensión, usualmente se usa una tensión de prueba de 500-1000-1500-2000 V, el equipo de pruebas puede inyectar una tensión 2 kV AC.

El máximo error aceptado para la pruebas no debe de superar el 0.3 %.

f) Prueba de Curva de Saturación

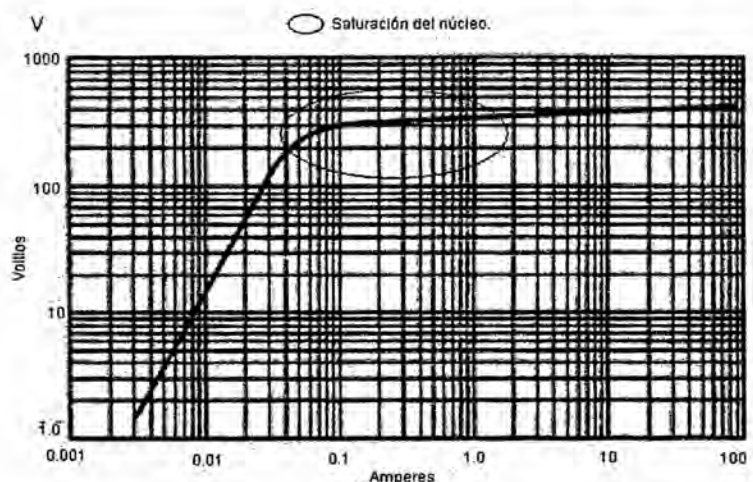
La prueba de curva de saturación de transformadores de corriente se realiza en corriente alterna. Los núcleos de protección de los transformadores de corriente están designados como 5P20, de estos valores se conoce que el secundario no se debe de saturar cuando circule 20 veces la corriente nominal.

En los núcleos de protección se debe de verificar el voltaje al cual se satura el núcleo, ya que este valor está en función del diseño de las protecciones.

La prueba de saturación consiste en monitorear el voltaje del secundario a medida que se incrementa la corriente de excitación (I_0) que circula por las bobinas. El voltaje de saturación del núcleo está en función de las dimensiones, así como del material que lo compone.

Para realizar la prueba de curva de saturación del transformadores de corriente, se utiliza una fuente de tensión alterna, la cual inyecta una tensión secundaria al núcleo bajo prueba, el valor usual a inyectar para esta prueba es de 500 V, el equipo de pruebas puede inyectar una tensión 2 kV AC. Los valores obtenidos serán graficados, obteniendo una curva de voltaje vs Corriente, tal como se muestra en la figura 49.

Figura 49, Curva de saturación de Núcleos de Protección.



Fuente: Manual del producto ARTECHE - 2005.

g) Prueba de Polaridad

La prueba de polaridad aplica para los transformadores de corriente, la prueba sirve para determinar la correcta polaridad entre lado primario y secundario del transformador de corriente, además sirve para comprobar una serie de puntos de prueba, también para verificar que el cableado sea correcto.

Para realizar la prueba de polaridad se usa un equipo de pruebas con un instrumento que verifica la polaridad en cada borne secundario del equipo bajo prueba, la fuente emite una señal de prueba continua especial en un punto, finalmente con el instrumento se realiza el seguimiento de cada punto o borne a evaluar y detecta si la polaridad es correcta.

h) Prueba de Tiempos

La prueba de tiempos aplica tanto para interruptores de potencia como para seccionadores de potencia.

Prueba de tiempos para interruptores de potencia

La consiste en determinar el tiempo de apertura y cierre del interruptor, estos tiempos son críticos ya que ellos están ligados directamente a la cantidad de energía que puede manejar el interruptor, durante la secuencia de apertura o cierre, el arco eléctrico aparece entre el contacto móvil y el contacto fijo. Si la apertura o cierre del interruptor no se realiza en el tiempo para el cual fue

diseñado, la energía asociada al arco eléctrico puede superar la capacidad de disipación de energía térmica del interruptor con el consecuente daño del equipo. La no extinción a tiempo del arco eléctrico acelera el deterioro de los contactos del interruptor lo cual lleva a la indisponibilidad del sistema donde se encuentra instalado dicho equipo. Posteriormente ante este tipo de falla que pueda presentarse lleva a una intervención mayor en el interruptor.

La prueba de tiempos generalmente consta de cinco tipos de pruebas las cuales se describen a continuación. Los valores de todas las pruebas de tiempos en los interruptores se encuentran en el orden de los milisegundos (ms):

- **Tiempo de Apertura:** El tiempo de apertura es el intervalo entre que excita el circuito de disparo (bobina de apertura) en un interruptor que se encuentra en posición cerrada y el instante cuando los contactos se han separado en todos los polos.
- **Tiempo de Cierre:** El tiempo de cierre es el intervalo entre que excita el circuito de cierre (bobina de cierre) en un interruptor que se encuentra en posición abierta y el instante cuando los contactos se tocan en todos los polos.
- **Tiempo de re - cierre:** El tiempo de re - cierre es el intervalo entre la excitación del circuito de disparo (bobina de apertura) y el instante cuando los contactos se tocan en todos los polos durante un ciclo de re-cierre.

Tiempo re - cierre = $t(\text{apertura}) + t(\text{arco}) + t(\text{muerto}) + t(\text{pre - arco})$.
t: tiempo.

- **Tiempo de Cierre - Apertura:** El tiempo de cierre-apertura es el intervalo entre el instante de contacto en el primer polo durante la operación de cierre y el instante cuando los contactos se han separado en todos los polos durante la siguiente operación de apertura.

El circuito de disparo (bobina de apertura) debe de haber sido excitado en el instante cuando los contactos se tocan durante el cierre (operación CA sin ninguna demora de tiempo intencional).

Observación: El tiempo cierre - apertura no es igual a tiempo de cierre + tiempo de apertura.

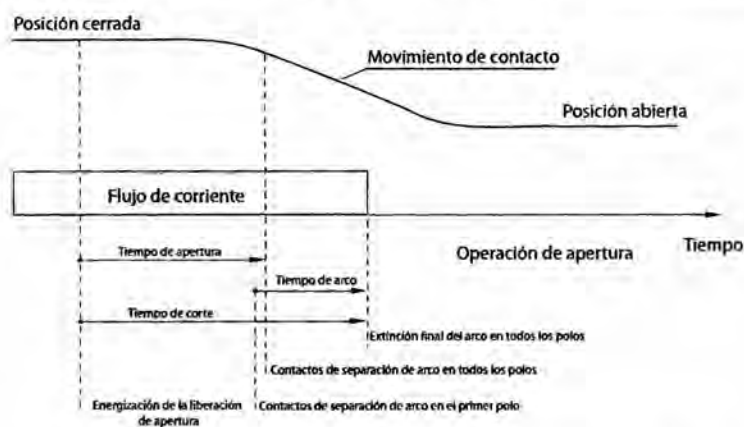
- **Tiempo de Apertura - Cierre:** El tiempo de apertura - cierre (durante un re-cierre) es el intervalo entre el instante de separación de contactos en todos los polos y el instante cuando los contactos se tocan en el primer polo en la subsiguiente operación de cierre.

Tiempo apertura - cierre = $t(\text{de arco}) + t(\text{muerto}) + t(\text{De pre - arco})$.

t: tiempo.

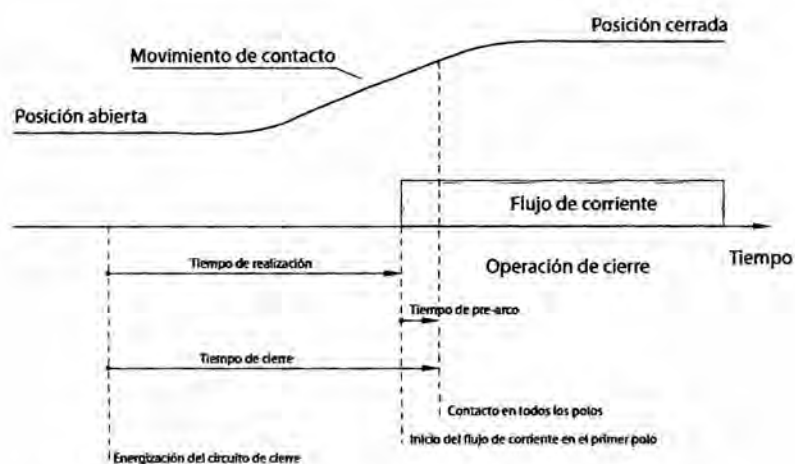
Definiciones de Tiempo de acuerdo a la norma IEC.

Figura 50, Gráfica del tránsito de la posición cerrada a la posición abierta.



Fuente: Interruptores de tanque vivo - guía del comprador ABB.

Figura 51, Gráfica del tránsito de la posición abierta a la posición cerrada.



Fuente: Interruptores de tanque vivo - guía del comprador ABB.

Para realizar las pruebas de tiempos se utiliza un equipo de pruebas denominado analizador de interruptores, el cual posee la capacidad de poder realizar los mandos de apertura y cierre. Esta es la única prueba que se realiza de manera trifásica y de manera simultánea.

Prueba de tiempos para seccionadores de potencia.

Consisten en dos tipos de pruebas las cuales se describen a continuación. Los valores de todas las pruebas de tiempos en los seccionadores de potencia se encuentran en (s):

- **Tiempo de Apertura:** Se toma el tiempo a partir de dar el mando eléctrico de apertura desde la caja de mando del seccionador hasta el momento que las cuchillas principales (contactos) se cierran completamente.
- **Tiempo de Cierre:** Se toma el tiempo a partir de dar el mando eléctrico de cierre desde la caja de mando del seccionador hasta el momento que las cuchillas principales (contactos) se abren completamente.

Para realizar las pruebas de tiempos se utiliza un cronometro digital y los mandos eléctricos del seccionador de potencia.

i) Prueba de Discrepancia de Polos

La discrepancia de Polos se da en las pruebas cierre o apertura del interruptor de potencia, esta prueba consiste en evaluar el valor el mayor tiempo contra el menor tiempo, si el resultado obtenido en tal evaluación es menor a 5 ms, se afirmará que la discrepancia es correcta, caso contrario se informa al fabricante para una evaluación especializada.

2.7 Glosario Técnico

- a) Acople:** operación mediante la cual se enlazan las barras que constituyen una subestación.
- b) Aislamiento:** material o combinación de materiales no conductivos que proveen aislación entre dos partes a diferente voltaje o potencial.
- c) Barra:** punto de conexión de los diferentes circuitos asociados a una subestación.
- d) BIL:** nivel básico de aislamiento.

- e) **Campo de conexión (celda, bahía, módulo):** conjunto de los equipos de una subestación para la maniobra, protección o medida de un circuito que se conecta a ella.
- f) **Configuración:** ordenamiento dado de los equipos de maniobra de una subestación que permite definir sus propiedades y características de operación.
- g) **Contactos principales:** Elementos mecánicos de material conductor donde se realiza efectivamente la conexión o desconexión del circuito.
- h) **Dieléctrico:** es un material utilizado que tiene propiedades medibles, como: rigidez, absorción, pérdidas dieléctricas y factor de potencia.
- i) **Disposición Física:** Ordenamiento físico de los diferentes equipos y barras que constituyen el patio de conexiones enlazados de acuerdo de acuerdo con el tipo de configuración de la subestación.
- j) **Energización/Puesta en Servicio:** procedimiento que se realiza para la toma de tensión y la toma de carga de los equipos y sistemas de la subestación y de los circuitos asociados, para disponer en operación comercial la subestación.
- k) **Interruptor:** dispositivo de maniobra capaz de interrumpir, establecer y llevar las corrientes normales o asignadas del circuito y las anormales o de corto circuito, mediante la conexión o desconexión de los circuitos.
- l) **Patio de Conexiones:** o patio de llaves área donde se instalan los equipos de patio y barras con el mismo nivel de tensión.
- m) **Pararrayo:** dispositivo para la protección del sistema de potencia y sus componentes contra las sobretensiones, ya sean producidas por descargas atmosféricas o por maniobras en el sistema durante fallas.
- n) **Seccionador:** dispositivo de maniobra utilizado para aislar los interruptores, porciones de las subestaciones o circuitos, con fines de mantenimiento, en configuraciones de barras son utilizados para seleccionar la forma de conectar los circuitos a las barras.

- o) Transformador de Instrumentación:** dispositivos de monitoreo que sensan por medio de un acople inductivo o capacitivo u óptico, el cambio de estado de los parámetros de tensión y corriente del sistema.
- p) Tensión Nominal:** es la tensión máxima (fase a fase), expresada en kV rms, del sistema para el que está destinado el equipo.

2.8 Abreviaturas Utilizadas

AT: Alta Tensión

EAT: Extra Alta Tensión

EA: Unida de Negocio - Energy Automation.

ET - HS: Unida de Negocio - Energy Transmission - High Voltage.

IEEE: Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos.

IEC: Comisión Electrotécnica Internacional

ISA CTM: Consorcio Transmántaro.

MINEM: Ministerio de energía y Minas del Perú.

PRO INVERSION: Agencia de Promoción de la Inversión Privada.

PDI: Proyecto de Infraestructura del Perú.

CPC-100: Unidad Multifuncional de Pruebas.

III. METODOLOGIA

3.1 Planeamiento de las actividades de pruebas eléctricas.

La empresa SIEMENS SAC, para el desarrollo del proyecto conto con un equipo multidisciplinario de profesionales y técnicos, que teniendo como guía el PMBOOK y la guía para el desarrollo de proyectos de SIEMENS AG, planeó, programo y ejecutó las actividades de pruebas correspondientes al Grupo 3, denominado pruebas eléctricas para puesta en servicio del proyecto Zapallal - Trujillo (Subestación Trujillo Nueva 220/500 kV).

Las actividades fueron divididas en tres grupos de trabajo, con la finalidad de atender todos los frentes de trabajo de manera simultánea, estos frentes fueron divididos teniendo en cuenta la cantidad de equipos a ser sometidos a pruebas y las distancias geográficas entre uno y otro punto para trasladarse:

- Grupo 1: subestaciones Carabayllo 500 kV.
- Grupo 2: subestaciones Chimbote Nueva 220/500 kV
- Grupo 3: subestaciones Trujillo Norte - Trujillo Nueva 220/500 kV.

Los grupos de trabajo dispusieron de toda la logística suficiente y necesaria para el correcto desarrollo de sus actividades, teniendo en cuenta la calidad del servicio a prestar.

3.1.1 Personal asignado al proyecto.

El equipo de trabajo que dispuso la empresa SIEMENS SAC para el proyecto fue el siguiente:

- 01 jefe de proyecto.
- 01 coordinador general del proyecto.
- 01 analista comercial del proyecto.
- 01 apoyo logístico (por frente de trabajo).
- 01 Ingeniero de pruebas (por frente de trabajo).
- 03 operarios (técnicos linieros por cada frente de trabajo).

La relación de personal indicada fue asignada a cada frente de trabajo en la cantidad mencionada.

3.1.2 Requisitos de Seguridad - Salud del personal para el Proyecto.

A continuación se indican los requisitos básicos, así como los documentos, de cumplimiento obligatorio por el contratista SIEMENS SAC, para todo el personal

involucrado en el desarrollo de las actividades del proyecto Zapallal - Trujillo (Grupo 3 - Pruebas Eléctricas):

- Contar con las pólizas de seguros SCTR (pensión - salud), emitido por una empresa de seguros acreditada en el Perú.
- Contar con el examen médico ocupacional actualizado, el cual debe de tener una vigencia menor a un año, en una clínica acreditada e indicada por el cliente. El personal a participar del proyecto deberá de encontrarse en condición apto sin restricciones.
- Charla de inducción de seguridad, la charla es para todo el personal profesional, técnico, operario que sea parte de las actividades del proyecto, la misma se dicta antes de iniciar el proyecto como parte de la habilitación del personal, esta inducción de seguridad la brinda directamente el cliente.

3.2 Medios de Comunicación, transporte, oficinas y equipos asignados para el desarrollo de las Actividades de pruebas eléctricas.

3.2.1 Medios de Comunicación, transporte

La empresa SIEMENS SAC para el proyecto asigno los siguientes medios de comunicación y transporte:

- 02 celulares tipo Smartphone (por frente de trabajo).
- 04 radios base (por frente de trabajo).
- 02 modem internet (por frente de trabajo).
- 01 camionetas 4x4, tipo HILUX (por frente de trabajo para traslado de los equipos de prueba).
- 01 camionetas 4x4, tipo RAV4 (por frente de trabajo para traslado del personal).

La relación de medios de comunicación fue asignada a cada frente de trabajo en la cantidad mencionada.

3.2.2 Equipos para la ejecución de pruebas eléctricas en la Subestación Trujillo Nueva 220/500 kV.

Los equipos de pruebas que dispuso la empresa SIEMENS SAC a usar en el proyecto son los siguientes:

- Unidad multifuncional para pruebas eléctricas, marca OMICRON, modelo CPC-100, (01 unidad).
- Unidad para prueba tangente delta, marca OMICRON, modelo CP-TD1, (01 unidad).
- Analizador de interruptores, marca DOBLE, modelo TDR-900, (01 unidad).
- Megohmetro digital, marca FLUKE, (01 unidad).
- Megohmetro digital, marca MEGGER, (01 unidad).
- Multímetro digital, marca FLUKE, (01 unidad).
- Minipinza amperimétrica digital, marca FLUKE, (01 unidad).

La relación de los equipos indicados, fueron asignados a cada frente de trabajo.

3.2.3 Equipos y herramientas para ejecución de las pruebas.

Las herramientas y equipos utilizados como complemento para el correcto desarrollo de las actividades de pruebas que dispuso la empresa SIEMENS SAC a usar en el proyecto son los siguientes:

- 01 manlift, tipo diesel (para cada subestaciones de 500 kV).
- 02 escaleras tipo telescópicas (por frente de trabajo).
- 02 escaleras tipo tijeras (por frente de trabajo).
- 06 juegos de tierras temporarias (por frente de trabajo).
- 02 reveladores de tensión (por frente de trabajo).
- 02 juegos de guantes dieléctricos para revelar (por frente de trabajo).
- 02 maletas de herramientas para electricista (por frente de trabajo).
- 01 grupo electrógeno (por frente de trabajo).

La relación de los equipos indicados, fueron asignados para cada frente de trabajo.

3.2.4 Oficina de Campo de la Subestación Trujillo Nueva.

La empresa SIEMENS SAC dispuso una oficina modular en campo debidamente equipada para el desarrollo del proyecto con el siguiente mobiliario:

- 03 escritorios.
- 01 frigobar.
- 01 sistema de aire acondicionado.
- 01 planoteca.
- 01 estante, para colocar manuales de los equipos y los protocolos de fábrica de los equipos a probar.
- 01 laptop, con su conexión a internet.
- 01 fotocopiadora e impresora.
- 01 módulo para almacenaje de los equipos de prueba y otros tales como herramientas y accesorios.

La relación del mobiliario para oficina, fueron asignados para cada frente de trabajo.

Figura 52, Oficinas de Campo Subestación Trujillo Nueva.



Fuente: PROPIA

3.2.5 Documentación de seguridad del personal para trabajo en campo.

Con respecto a las actividades a realizadas en campo (para cada subestación del proyecto Zapallal - Trujillo), se consideró los siguientes documentos:

- Formatos TF-11 (Formato del cliente para solicitar el inicio de las actividades e indicar la zona de trabajo y sus accesos).
- Análisis de Trabajo Seguro (ATS)

- Charla de 5 minutos.


Los documentos indicados deben de ser generados por el ingeniero de pruebas responsable de todas las actividades y el ingeniero de seguridad, estos documentos aplican para cada frente de trabajo, toda la documentación descrita se entregará al supervisor de la obra el cual a partir de la revisión de los mismos dará la orden para el inicio de los trabajos diarios según programación.



3.3 Tareas previas antes de la ejecución de las pruebas

Las medidas de seguridad a tener en cuenta para la realización de las pruebas fueron las siguientes:

- Se tendrá en cuenta que la subestación no se encuentra energizada, pero por seguridad se tomaran todas las medidas de control (análisis de plano unifilar, colocación de tierra temporal, bloqueo y etiquetado de equipos), toda área de trabajo será señalizadas durante la prueba.
- Toda herramienta de trabajo deberá ser inspeccionada antes de iniciar el trabajo, cabe mencionar que el EPP a utilizar será el que se especifica en la tabla 10.
- Durante la ejecución de las pruebas no se permitirá la permanencia en la zona de trabajo de ninguna persona que no esté involucrada directamente en la prueba.
- Antes de iniciar las pruebas se deberá validar que el check list de finalización de montaje este diligenciado garantizando que el equipo esté listo para las pruebas.
- El análisis general de riesgos que se presenta a continuación, conlleva a la aplicación de medidas de prevención y protección bajo permanente supervisión del Supervisor HSE en Obra.

Tabla 11, Tabla de análisis general de riesgos.

Riesgo	Descripción	Fuente de Lesión	Control
Choque eléctrico 	<ul style="list-style-type: none"> • Choque eléctrico • Quemaduras • Fibrilación ventricular • Convulsiones • Dolor muscular 	Contacto directo o por inducción con equipo energizados.	Mantener las distancias mínimas de seguridad de los elementos energizados. Utilizar herramientas aisladas.


			Identificación de equipos energizados. Usar los EPP.
<p>Golpes y/o traumatismo</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Fracturas. • Lesiones Múltiples. • Traumatismos internos. • Conmociones. 	Impacto contra el piso por caídas a nivel como a diferente nivel, caídas de objeto durante la ejecución de las actividades.	Para trabajos a diferente nivel la exigencia del uso de Uso de arnés. El Orden y Limpieza del ambiente de trabajo y aseguramiento de los elementos que pueden generar caídas y tropiezos.
<p>Atención cargas suspendidas</p> 	<p>Lesión por caída de las herramientas, carga y/o materiales de mano ubicado en la parte más alta y provocando:</p> <ul style="list-style-type: none"> • heridas • fracturas, • contusiones • aplastamiento. 	Carga pesada o herramienta contra el cuerpo de la persona ubicada en la parte inferior.	El rigger dirigirá la maniobra, se señalará el área de izaje, previniendo la caída de objetos,

Fuente: Procedimientos para trabajos de Montaje de Subestaciones - SIEMENS SAC, 2012.

Todo el personal relacionado a las actividades de pruebas, así como personal que participa en actividades de montaje electromecánico, deben de tener en consideración especial el uso obligatorio de los EPP conforme se indica, adicionalmente no debe de ingresar a la zona de trabajo ninguna persona que no se encuentre relacionada con las actividades a desarrollar, como especial medida.

Tabla 12, Tabla para el Uso de equipos de protección personal.

Símbolo	Descripción	Función	Cantidad
	<p>Uso obligatorio de guantes aislantes</p>	<p>Protección contra el riesgo a sufrir lesiones por descarga de energía.</p>	<p>Global</p>
	<p>Uso obligatorio de zapatos de seguridad con punta reforzada Normados ASTM F2413-05.</p>	<p>Protección contra el riesgo de sufrir contacto con cables de tensión en áreas donde existen instalaciones eléctricas subterráneas o en caso de sospecha de su existencia.</p>	<p>Global</p>
	<p>Uso obligatorio de uniforme de algodón (camisa, pantalón).</p>	<p>Protección contra el riesgo de sufrir lesión por contacto con sustancias peligrosas o material abrasivo directamente sobre la piel.</p>	<p>Global</p>
	<p>Uso obligatorio de casco de seguridad con barbiquejo Normados con ANSI Z89.1.2003 Clase B.</p>	<p>Protección contra el riesgo de sufrir lesión por golpes provocados por caída de herramientas y objetos en el desarrollo de trabajos en altura, además aísla en el desarrollo de trabajos eléctricos</p>	<p>Global</p>
	<p>Uso obligatorio de lentes de seguridad Normados con ANSI Z87.1.</p>	<p>Protección contra el riesgo de lesionar los ojos por contacto directo con polvos, fragmentos proyectados por el desarrollo de alguna tarea</p>	<p>Global</p>
	<p>Uso obligatorio de tapones de oídos Tipo 2 EN352-3.</p>	<p>Protección auditiva contra el riesgo de sufrir lesión por causa del ruido excesivo.</p>	<p>Global</p>

	Uso obligatorio de arnés con doble estrobo y látigo, línea de vida.	Protección contra caídas durante las actividades realizadas en altura (conexión de cables de prueba)	Global
---	---	--	--------

Fuente: Procedimientos para trabajos de Montaje de Subestaciones - SIEMENS SAC, 2012.

3.4 Procedimiento de pruebas eléctricas a los equipos de Alta y extra Alta tensión de la Subestación Trujillo Nueva.

3.4.1 Pruebas Eléctricas ejecutadas al Interruptor de Potencia

a) Procedimiento de Pruebas del Interruptor de Potencia.

El procedimiento estableció la metodología a aplicar para la ejecución de las pruebas de puesta en servicio de los interruptores de potencia. Previamente se debe de cumplir todo lo indicado en los puntos 3.3.

- **Inspección Visual del equipo (parte primaria - parte secundaria).**

Antes de realizar las pruebas para puesta en servicio al interruptor de potencia se realizan dos tipos de inspecciones; inspección primaria, inspección secundaria.

Parte Primaria:

- Inspección de la estructura soporte por fase.
- Conexión de Puesta a tierra del equipo y estructura soporte.
- Inspección de la porcelana del Aislador soporte por fase.
- Inspección de la porcelana de la Cámara por fase.
- Verificar la hermeticidad del interruptor con un detector de fugas de gas SF6 por fase.
- Verificar la presión de gas SF6 por fase.

Parte Secundaria:

- Verificar el conexionado de los circuitos de control del interruptor.
- Verificar el conexionado de los circuitos de fuerza del interruptor.
- Realizar mando de cierre y apertura de manera manual cargando el resorte de cierre.
- Realizar mando de cierre y apertura de manera eléctrica.

- Verificarla operatividad del contador de operaciones al cierre - apertura luego de realizada cada prueba efectuada.
- **Pruebas para puesta en servicio del Interruptor de Potencia.**

Para poner en servicio los interruptores de potencia se realizan las siguientes pruebas:

- Pérdidas Dieléctricas y medición de la capacitancia.
- Resistencia de Aislamiento.
- Resistencia de Contactos.
- Tiempos de operación.

Pérdidas Dieléctricas y Medición de la Capacitancia:

- Previo a la ejecución de la prueba se debe realizar una limpieza a los aisladores del seccionador para evitar interferencias en los resultados obtenidos.
- Para realizar la prueba de pérdidas dieléctricas y capacitancia se debe de tener el interruptor de potencia en la posición abierta.
- Se debe de tener en cuenta la temperatura y humedad relativa del ambiente donde se va a realizar la prueba.
- Se inyecta una tensión de prueba de 10 kV AC.

Conexionado para realizar prueba de Pérdidas Dieléctricas:

- 1- El interruptor debe de encontrarse en posición abierta
- 2- Conexionar el equipo de pruebas CPC-100+TD1, según la figura 53.
- 3- Encender el equipo de pruebas, seleccionar el modo de pruebas
- 4- Seleccionar el valor de tensión a inyectar 10 kV AC, agregar el valor de temperatura y humedad en la tarjeta de prueba del equipo CPC-100.
- 5- Seleccionar los modos indicados para hallar los valores de pérdidas dieléctricas:

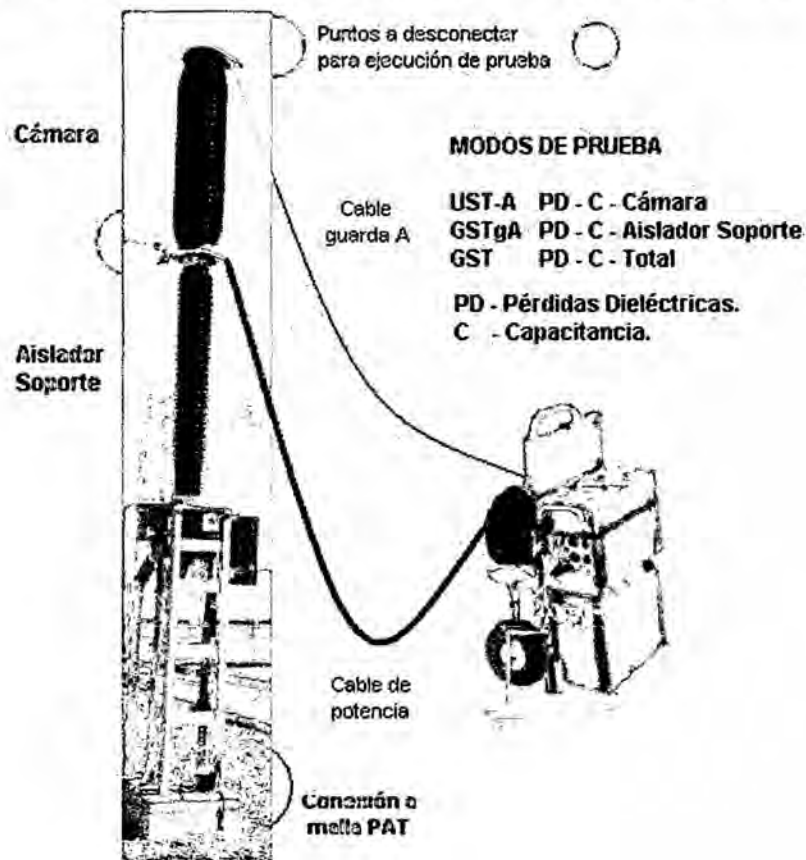
Tabla 13, Modos de Prueba para hallar capacitancia y perdidas dieléctricas.

Item	Modos de Prueba	Tension de Prueba V AC
1	GSTgA - Parte Inferior	10000
2	UST-A - Parte Superior	10000
3	GST - Total	10000

Fuente: PROPIA.

6- Anotar los valores registrados.

Figura 53, Conexión para Prueba de Pérdida Dieléctrica de un interruptor de una Cámara.



Fuente: PROPIA.

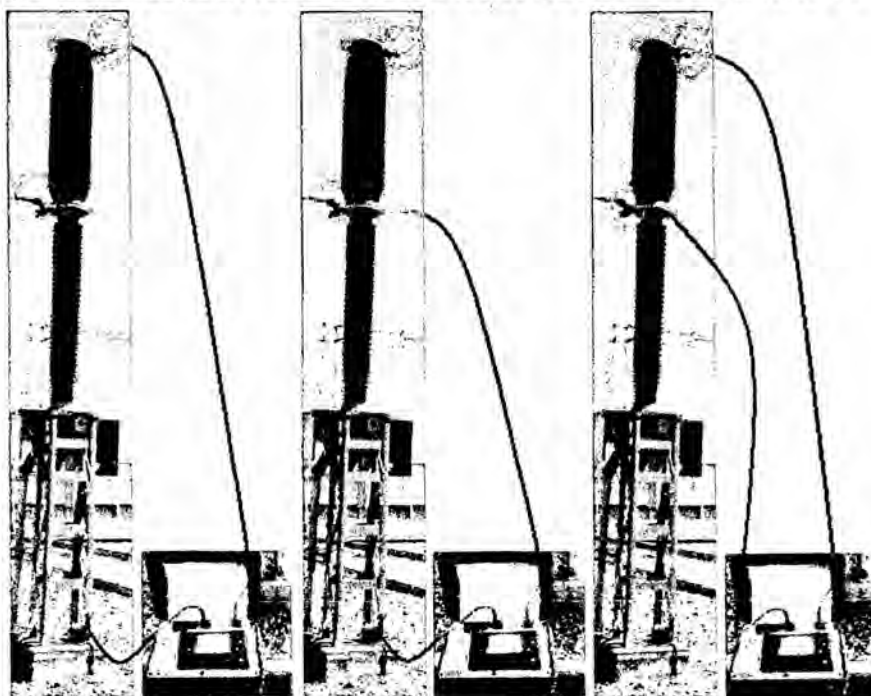
Resistencia de Aislamiento:

- Previo a la ejecución de la prueba se debe realizar una limpieza a los aisladores del seccionador para evitar interferencias en los resultados obtenidos.
- Para realizar la prueba de resistencia de aislamiento del interruptor de potencia se debe de tener el interruptor de potencia en la posición abierta.
- Se inyecta una tensión de prueba de 10000 V DC.
- Esta prueba no está sometida a corrección alguna.

Conexión para realizar prueba de Resistencia de Aislamiento:

- 1- El interruptor debe de encontrarse en posición abierta.
- 2- Conectar el equipo de pruebas Megger, según la figura 54.
- 3- Encender el equipo de pruebas.
- 4- Seleccionar el valor de tensión a inyectar 10000 - 15000 V DC.
- 5- Anotar los valores de temperatura y humedad
- 6- Anotar los valores registrados.

Figura 54, Conexión para Prueba de Resistencia de Aislamiento del interruptor de Potencia.



El interruptor debe de estar abierto y liberado sin ninguna conexión en AT

Fuente: PROPIA.

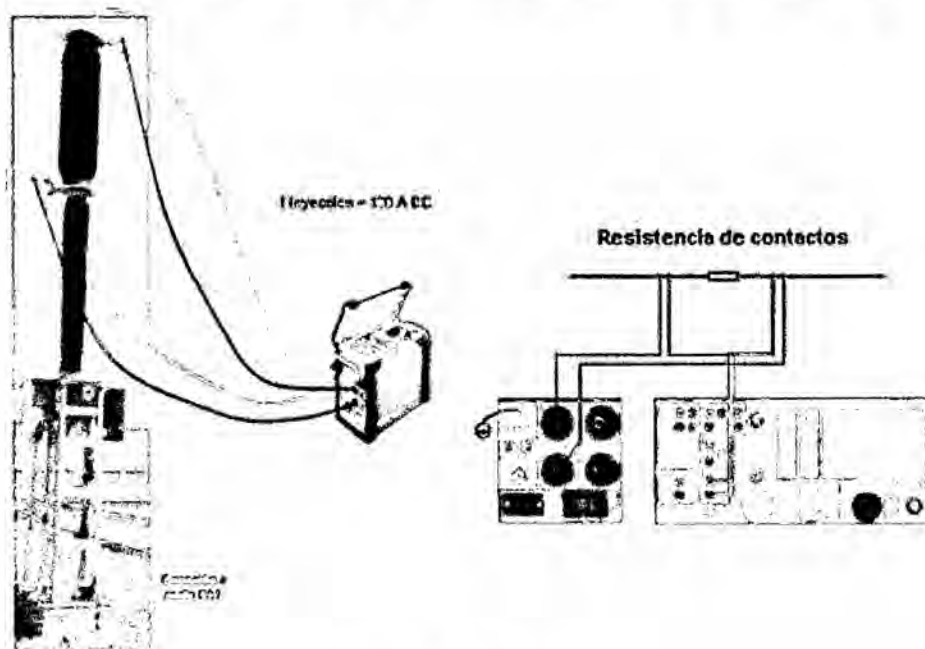
Resistencia de Contactos:

- Según el esquema de conexión que se muestra en la figura 55, se procederá a conectar el equipo de medida al descargador (por fase).
- Se efectuara la medida seleccionando la escala apropiada en el equipo de pruebas, se debe de inyectar una corriente de 100 A DC.
- Se tomaran medidas de resistencia de contactos.

Conexión para realizar prueba de Resistencia de Contactos:

- 1- El interruptor de potencia debe de encontrarse en posición cerrado.
- 2- Conectar el equipo de pruebas CPC-100, según la figura 54.
- 3- Encender el equipo de pruebas.
- 4- Seleccionar el valor de corriente a inyectar 100 A DC.
- 5- Anotar los valores registrados.

Figura 55, Conexión para Prueba de Resistencia de Contactos del interruptor de Potencia.



Fuente: PROPIA.

Tiempos de Operación:

- El equipo de prueba inyecta una tensión en los dos puntos externos de la cámara del interruptor, mediante el registro del cambio brusco de la corriente determina el momento de apertura o cierre de los contactos, registrando el tiempo de operación de cada fase independiente y verificando la simultaneidad entre cada una de ellas.
- Igualmente el equipo censa el consumo de corriente de las bobinas de operación durante el cierre y/o apertura del interruptor.

Conexionado para realizar prueba de Tiempos de Operación:

- 1- Conexionar el equipo de pruebas TDR900, según la figura 56.
- 2- Encender el analizador de interruptores DOBLE, Modelo TDR900.
- 3- Seleccionar cada prueba a realizar.
- 3- Prueba de tiempos:

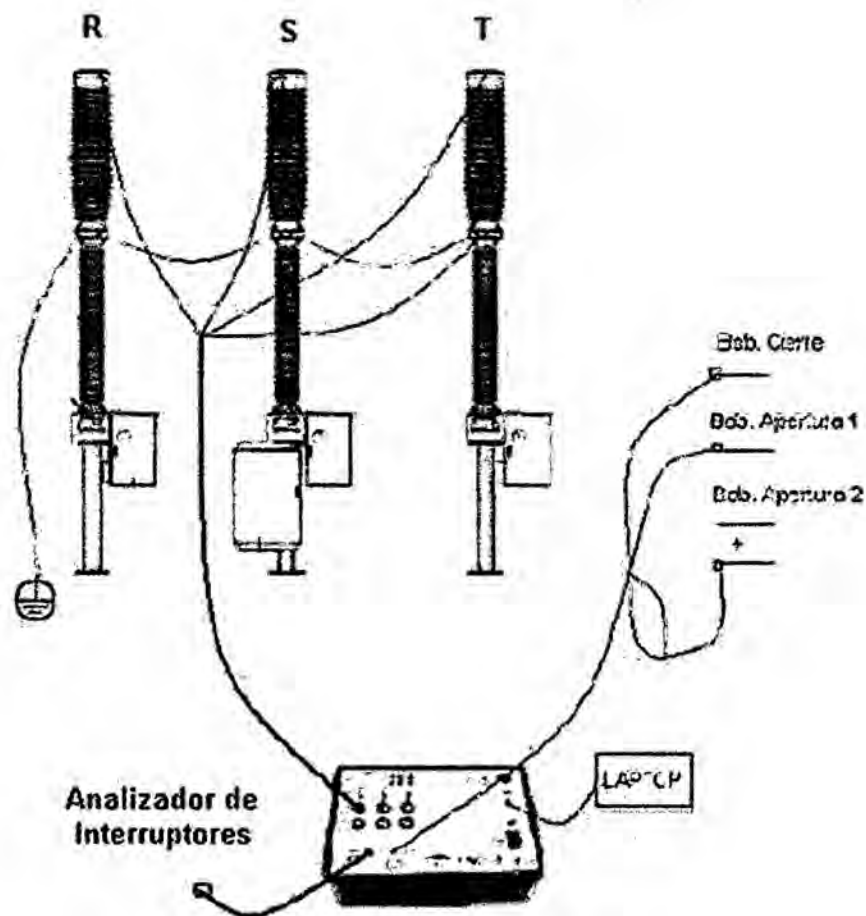
Tabla 14, Pruebas de tiempos a realizar.

Item	Prueba de Tiempos de Operación	Abreviatura
1	Cierre	C
2	Apertura Bobina 1	O1
3	Apertura Bobina 2	O2
4	Cierre - Apertura por bobina 1	C-O1
5	Cierre - Apertura por bobina 2	C-O2

Fuente: PROPIA.

- 4- Corriente de las bobinas del interruptor.
- 5- Medición de la corriente del motor.

Figura 56, Conexión para Prueba de Tiempos de operación del interruptor de Potencia.



Fuente: PROPIA.

b) Protocolo de Pruebas SAT del Interruptor de Potencia.

Se adjunta en el anexo 4, los protocolos en blanco del interruptor de potencia.

c) Conformidad y Cierre del Proceso.

- Verificar que se hayan registrados todos los resultados de las pruebas en el protocolo.
- Informar novedades al supervisor a cargo de las pruebas.

3.4.2 Pruebas Eléctricas ejecutadas al Seccionador de Potencia

a) Procedimiento de Pruebas Ejecutadas al Seccionador de Potencia.

El procedimiento estableció la metodología a aplicar para la ejecución de las pruebas de puesta en servicio de los seccionadores de potencia. Previamente se debe de cumplir todo lo indicado en los puntos 3.3.

- **Inspección Visual del equipo (parte primaria - parte secundaria).**

Antes de realizar las pruebas para puesta en servicio al seccionador de potencia se realizan dos tipos de inspecciones; inspección primaria, inspección secundaria.

Parte Primaria:

- Inspección de la estructura soporte por fase.
- Inspección de la conexión de Puesta a tierra del equipo y estructura soporte.
- Revisar el alineamiento de los aisladores soportes.
- Inspección de la porcelana del Aislador soporte de las cuchillas por fase.
- Revisar el alineamiento de las cuchillas.
- Revisar los contactos principales.

Parte Secundaria:

- Verificar el conexionado de los circuitos de control del seccionador.
 - Verificar el conexionado de los circuitos de fuerza del seccionador.
 - Realizar 05 maniobras de cierre y apertura de manera eléctrica.
- **Pruebas para puesta en servicio del Seccionador de Potencia.**

Para poner en servicio los seccionadores de potencia se realizan las siguientes pruebas:

- Resistencia de Aislamiento.
- Resistencia de Contactos.
- Tiempos de operación.

Prueba de Resistencia de Aislamiento:

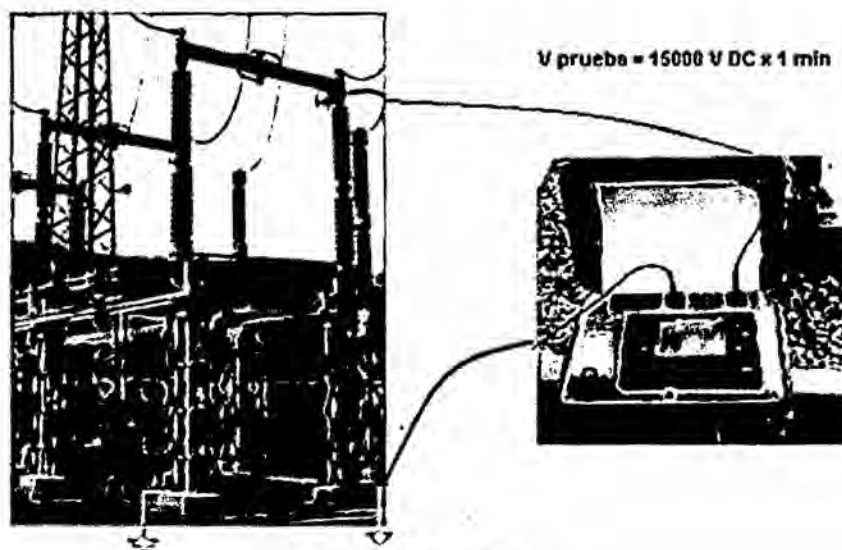
- Previo a la ejecución de la prueba se debe realizar una limpieza a los aisladores del seccionador para evitar interferencias en los resultados obtenidos.
- Si el seccionador presenta dos aisladores por cada columna se debe de probar de manera separada y luego una prueba en conjunto.
- Se efectuara la medida seleccionando la escala apropiada, se inyecta una tensión de prueba de 10000 V DC.
- Se tomaran medidas de resistencia de aislamiento a los 60 segundos.
- Luego de ello con los valores obtenidos se comparan entre si ya que el fabricante usualmente no presenta este tipo de resultados.

Conexión para realizar la prueba de resistencia de aislamiento:

Con esta prueba se halla el valor del aislamiento de los aisladores soportes de las cuchillas de los seccionadores.

- 1- Conectar el equipo de pruebas Megger, según la figura 57.
- 2- Encender el equipo de pruebas.
- 3- Seleccionar el valor de tensión a inyectar 10000 V DC.
- 4- Anotar los valores registrados.

Figura 57, Conexión para Prueba de Aislamiento del seccionador de Potencia.

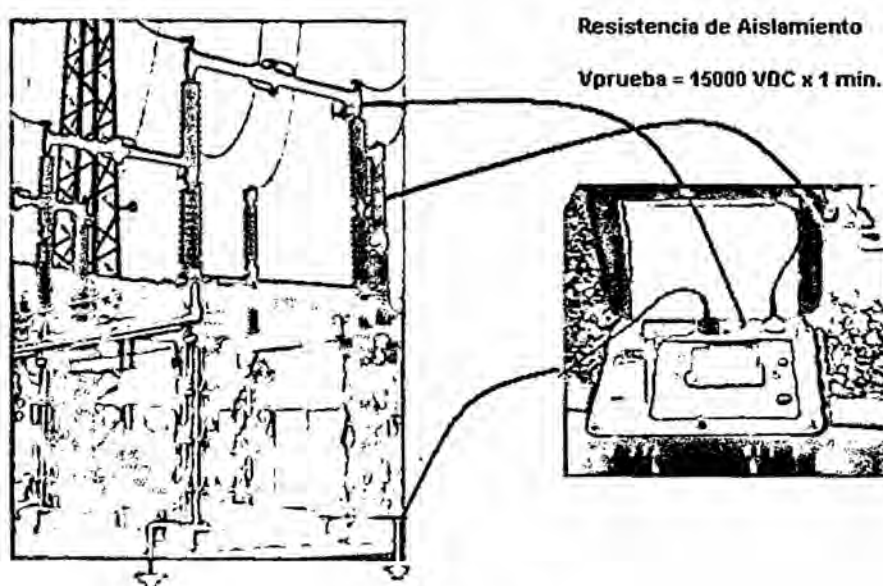


Fuente: PROPIA.

Una prueba o conexión alternativa para realizar la medida del aislamiento aislador inferior.

- 1- Conectar equipo de pruebas Megger, según la figura 58.
- 2- Encender el equipo de pruebas.
- 3- Seleccionar el valor de tensión a inyectar 10000 V DC.
- 4- Anotar los valores registrados.

Figura 58, Conexión para Prueba de Aislamiento del seccionador de Potencia.



Fuente: PROPIA.

Prueba de Resistencia de Contactos:

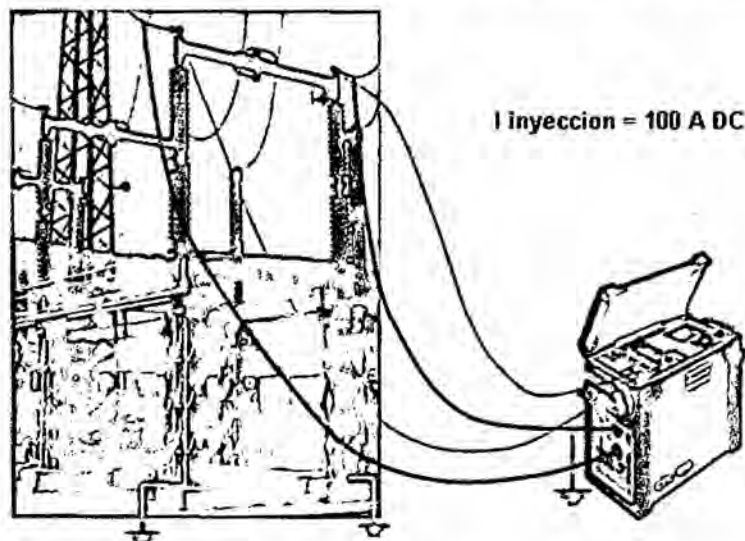
- Según el esquema de conexión que se muestra en la figura se procederá a conectar el equipo de medida al descargador (por fase).
- Se efectuara la medida seleccionando la escala apropiada en el equipo de pruebas CPC-100, se debe de inyectar una corriente de 100 A DC.
- Se tomaran medidas de resistencia de contactos.
- Se debe de verificar que la medida obtenida no supere 1.2 veces la medida registrada en la prueba tipo.
- Si la prueba ha sido realizada sobre un seccionador que no se encuentra debidamente calibrado el cual pueda arrojar un valor

elevado por fuera del rango establecido por el fabricante el seccionador se debe de informar al supervisor para su revisión general.

Conexionado para realizar la prueba de resistencia de contactos:

- 1- Conexionar el equipo de pruebas CPC-100, según la figura 59.
- 2- Encender el equipo de pruebas.
- 3- Seleccionar la tarjeta de pruebas de resistencia de contactos, para inyectar una corriente de 100 A DC.
- 4- Anotar los valores registrados en cada fase del seccionador.
- 5- Comparar con los valores obtenidos en fábrica.

Figura 59, Conexionado para Prueba de Resistencia de Contactos del Seccionador.



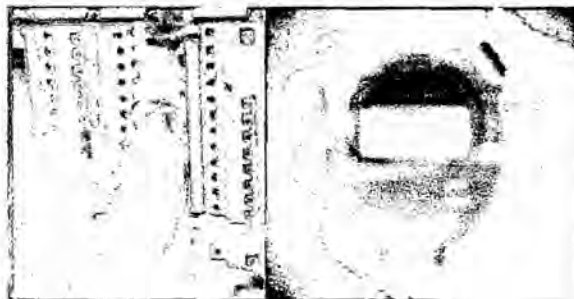
Fuente: PROPIA.

Prueba de Tiempos de Operación y Consumo de corriente del motor:

Con esta prueba se halla el tiempo que demora en abrir y cerrar el seccionador, de igual forma se halla el valor de la corriente del motor del seccionador tanto al apertura como al cierre de los contactos principales.

- Se utiliza un cronometro convencional y se procede a dar mandos de cierre y apertura del seccionador, donde el Ing. de pruebas verificara el momento que el contacto macho se acopla con el contacto hembra.
- Revisar los esquemas eléctricos donde se ubica la alimentación del motor del seccionador para realizar la medida de la corriente.

Figura 60. Conexión para lectura de corriente del motor del seccionador.



Fuente: PROPIA.

b) Protocolo de Pruebas SAT del Seccionador de Potencia.

Se adjunta en el anexo 4, los protocolos en blanco del interruptor de potencia.

c) Conformidad y Cierre del Proceso:

- Verificar que se hayan registrados todos los resultados de las pruebas en el protocolo.
- Informar novedades al supervisor a cargo de las pruebas.

3.4.3 Pruebas Eléctricas ejecutadas al Pararrayos

a) Procedimiento de Pruebas Ejecutadas al Pararrayos.

El procedimiento estableció la metodología a aplicar para la ejecución de las pruebas de puesta en servicio de los pararrayos. Previamente se debe de cumplir todo lo indicado en los puntos 3.3.

- **Inspección Visual del equipo (parte primaria - parte secundaria).**

Antes de realizar las pruebas para puesta en servicio al pararrayo se realiza sólo un tipo de inspección; inspección primaria.

Parte Primaria:

- Inspección de la estructura soporte por fase.
- Inspección de la conexión de Puesta a tierra del equipo y estructura soporte.
- Revisar el alineamiento del pararrayos.
- Inspección de la porcelana del Pararrayos por fase.
- Revisar el contador de descargas.

- **Pruebas para puesta en servicio del Pararrayo.**

Para poner en servicio los pararrayos se realizan las siguientes pruebas:

- Resistencia de Aislamiento.
- Pérdidas Dieléctricas.

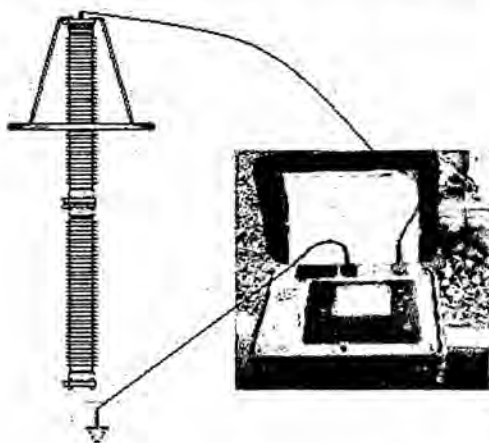
Prueba de Resistencia de Aislamiento:

- Según el esquema de conexión que se muestra en la figura 61, se procederá a conectar el equipo de medida al pararrayo (por fase).
- Se efectuara la medida seleccionando la escala apropiada.
- Se tomaran medidas de resistencia de aislamiento a los 60 segundos, simultáneamente se tomarán medidas de temperatura ambiente en el momento de la prueba.

Conexión para realizar prueba de Resistencia de Aislamiento:

- 1- Conectar el equipo de pruebas Megger, según figura 61.
- 2- Encender el equipo de pruebas.
- 3- Inyectar una tensión de 5000 o 10000 V DC mediante 60 s.
- 4- Anotar los valores registrados.
- 5- Realizar la corrección del valor de la resistencia de aislamiento por temperatura (Tabla 10.14 de la NETA 1999 - para aislantes sólidos).

Figura 61, Conexión para Prueba de Aislamiento del Pararrayo.



Fuente: PROPIA.

Prueba de factor de Potencia:

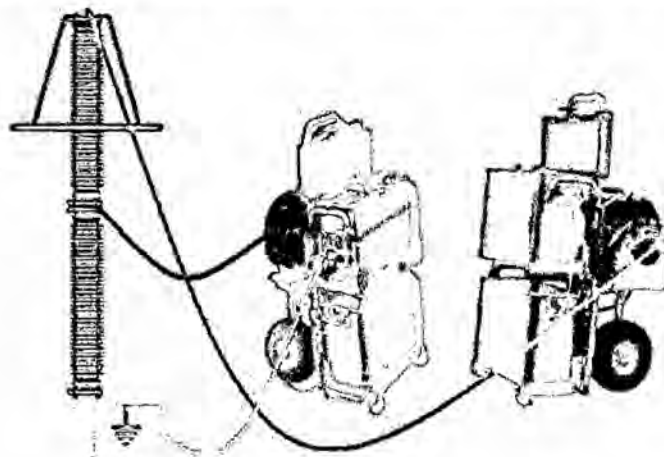
- Previo a la ejecución de la prueba se debe realizar una limpieza a los aisladores del descargador de tensión para evitar interferencias en los resultados obtenidos.
- Si el pararrayos a probar presenta dos cámaras o columnas se realizarán tres pruebas para hallar cada capacitancia y pérdidas de cada cámara por separado.
- Para la prueba se inyecta una tensión de 10 kV AC entre los dos extremos del descargador de sobretensión y se efectúan las medidas de las pérdidas en Vatios, capacitancia.

Conexión para prueba de pérdidas dieléctricas y capacitancia - Prueba 1:

Con esta prueba se halla el valor de capacitancia y pérdida dieléctrica de la cámara inferior.

- 1- Conectar el equipo de pruebas CPC-100 TD1, según la figura 62.
- 2- Encender el equipo de pruebas.
- 3- Seleccionar el modo de prueba GSTgA para determinar la capacitancia y pérdidas dieléctricas.
- 4- Inyectar una tensión de 5000 o 10000 V AC.
- 5- Anotar los valores registrados.
- 6- Este tipo de prueba no requiere corrección de valor alguno.

Figura 62, Conexión para Prueba de Aislamiento del Pararrayo.



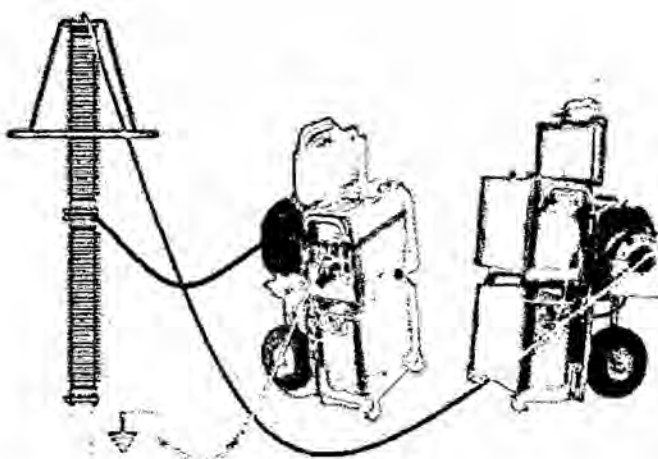
Fuente: PROPIA.

Conexión para prueba de pérdidas dieléctricas y capacitancia - Prueba 2:

Con esta prueba se halla el valor de capacitancia y pérdida dieléctrica de la cámara superior.

- 1- Conectar el equipo de pruebas CPC-100+TD1, según la figura 63.
- 2- Encender el equipo de pruebas CPC-100+TD1.
- 3- Seleccionar la tarjeta de pruebas tangente delta, colocar el modo de prueba UST-A para determinar la capacitancia y pérdidas dieléctricas.
- 4- Inyectar una tensión de 5000 o 10000 V AC.
- 5- Anotar los valores registrados.
- 6- Este tipo de prueba no requiere corrección de valor alguno.

Figura 63, Conexión para Prueba de Aislamiento del Pararrayo.



Fuente: PROPIA.

Conexión para prueba de pérdidas dieléctricas y capacitancia - Prueba 3:

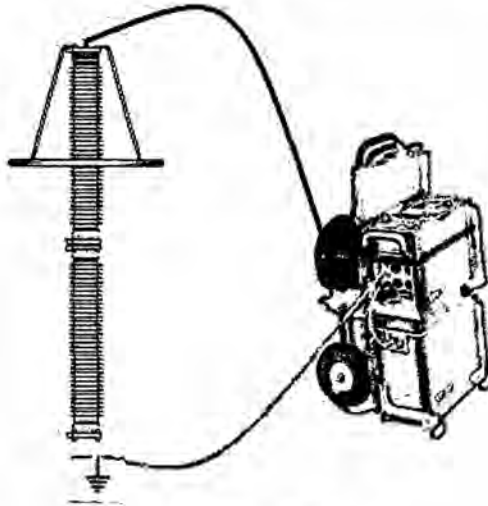
Con esta prueba se halla el valor de capacitancia y pérdida dieléctrica total.

- 1- Conectar el equipo de pruebas CPC-100+TD1, según la figura 64.
- 2- Encender el equipo de pruebas CPC-100+TD1.
- 3- Seleccionar el modo de prueba GST para determinar la capacitancia y

pérdidas dieléctricas.

- 4- Inyectar una tensión de 5000 o 10000 V AC.
- 5- Anotar los valores registrados.
- 6- Este tipo de prueba no requiere corrección de valor alguno.

Figura 64, Conexión para Prueba de Aislamiento del Pararrayo.



Fuente: PROPIA.

b) Protocolo de Pruebas SAT del Pararrayos.

Se adjunta en el anexo 4, los protocolos en blanco del Pararrayo.

c) Conformidad y Cierre del Proceso:

- Verificar que se hayan registrados todos los resultados de las pruebas en el protocolo.
- Informar novedades al supervisor a cargo de las pruebas.

3.4.4 Pruebas Eléctricas ejecutadas al Transformador de Corriente

a) Procedimiento de Pruebas Ejecutadas al Transformador de Corriente

El procedimiento estableció la metodología a aplicar para la ejecución de las pruebas de puesta en servicio del Transformador de Corriente. Previamente se debe de cumplir todo lo indicado en los puntos 3.3.

- **Inspección Visual del equipo (parte primaria - parte secundaria).**

Antes de realizar las pruebas para puesta en servicio al transformador de corriente se realizan dos tipos de inspecciones; inspección primaria, inspección secundaria.

Parte Primaria:

- Inspección de la estructura soporte por fase.
- Inspección de la conexión de Puesta a tierra del equipo y estructura soporte.
- Revisar el alineamiento de los transformadores de corriente.
- Inspección de la porcelana del transformador de corriente por fase.
- Revisar los terminales de alta tensión.
- Revisar el domo del transformador de corriente.

Parte Secundaria:

- Verificar las salidas de los núcleos secundarios del transformador de corriente.
- **Pruebas para puesta en servicio del Transformador de Corriente.**

Para poner en servicio los transformadores de corriente se realizan las siguientes pruebas:

- Factor de Potencia.
- Resistencia de Aislamiento.
- Relación de transformación y polaridad.
- Resistencia de núcleos.
- Curva de Saturación.

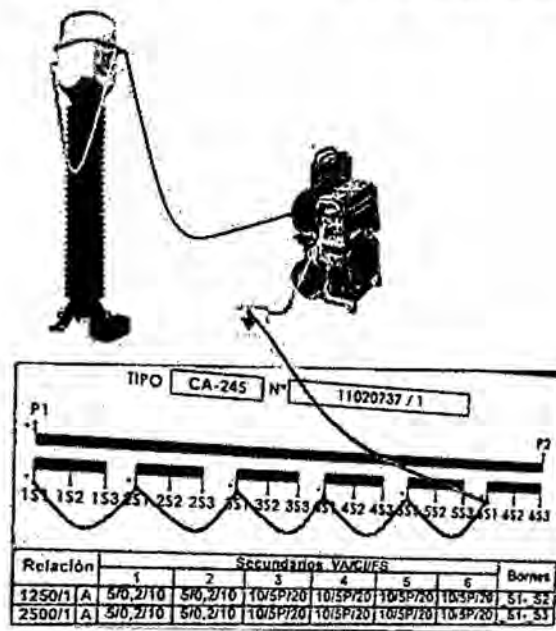
Prueba de factor de Potencia:

- Previo a la ejecución de la prueba se debe realizar una limpieza a los aisladores del transformador de corriente para evitar interferencias en los resultados obtenidos.
- Aterrizar debidamente los secundarios 1S1-1S2-1S3.
- Se inyecta una tensión de 10 kV AC entre el Terminal de potencia P1 y la estructura (tierra) y se efectúan las medidas de la tangente delta en % (los cuales deben de ser < 0.5 % para equipos inmersos en aceite) y la Capacitancia en pF de cada una de las fases de los transformadores de corriente.

Conexión para prueba de tangente delta y capacitancia:

- 1- Conectar el equipo de pruebas CPC-100+TD1, según la figura 65.
- 2- Encender el equipo de pruebas seleccionar el modo de pruebas GST. Valor a inyectar 10 kV.
- 3- Colocar el valor de la temperatura y la humedad del ambiente en la configuración de la tarjeta de pruebas.
- 4- Anotar los valores registrados.

Figura 65, Conexión para Prueba de tangente delta.



Fuente: PROPIA.

Prueba de Resistencia de Aislamiento:

- Asegurar que el transformador de corriente se encuentre debidamente aterrizado.
- No debe tener el TC ninguna conexión en AT y BT.
- Se deben realizar las siguientes inyecciones de tensión:

Tabla 15, Modos de Prueba para la prueba de resistencia de aislamiento.

Item	Modos de Prueba	Tension de Prueba V DC
1	Alta – baja	50000
2	Alta – tierra	50000
3	Baja – tierra	500
4	Entre núcleos	500

Fuente: PROPIA.

- Se efectuara la medida seleccionando la escala apropiada.
- Se tomaran medidas de resistencia de aislamiento a los 60 segundos, simultáneamente se tomarán medidas de temperatura ambiente en el momento de la prueba.
- Según el esquema de conexión que se muestra en la figura se procederá a conectar el equipo de medida al TC (por fase).

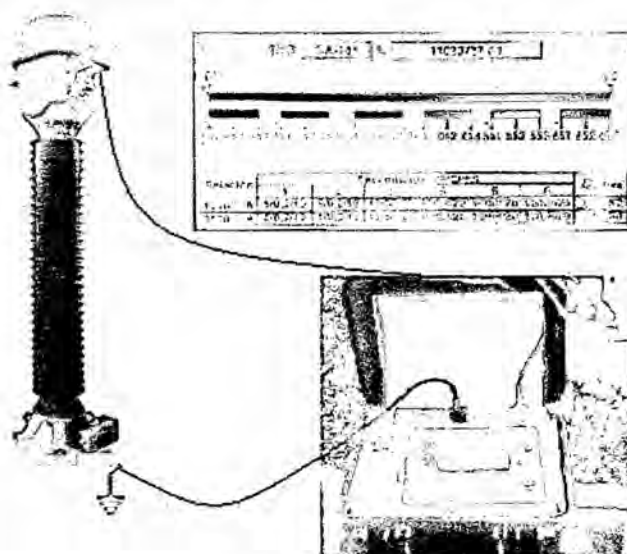
Conexionado para prueba de resistencia de aislamiento:

Para los transformadores de corriente aplican una combinación de pruebas que a continuación se detalla cada conexionado.

Conexionado para prueba de resistencia de aislamiento: Entre AT-T.

- 1- Conectar el equipo de pruebas Megger, según la figura 66.
- 2- Encender el equipo de pruebas Megger.
- 3- Inyectar una tensión de 5000 o 10000 V DC mediante 60 s.
- 4- Anotar los valores registrados.
- 5- Realizar la corrección del valor de la resistencia de aislamiento por temperatura (Tabla 10.14 de la NETA 1999 - para aislantes líquidos).

Figura 66, Conexión para Prueba de resistencia de aislamiento.

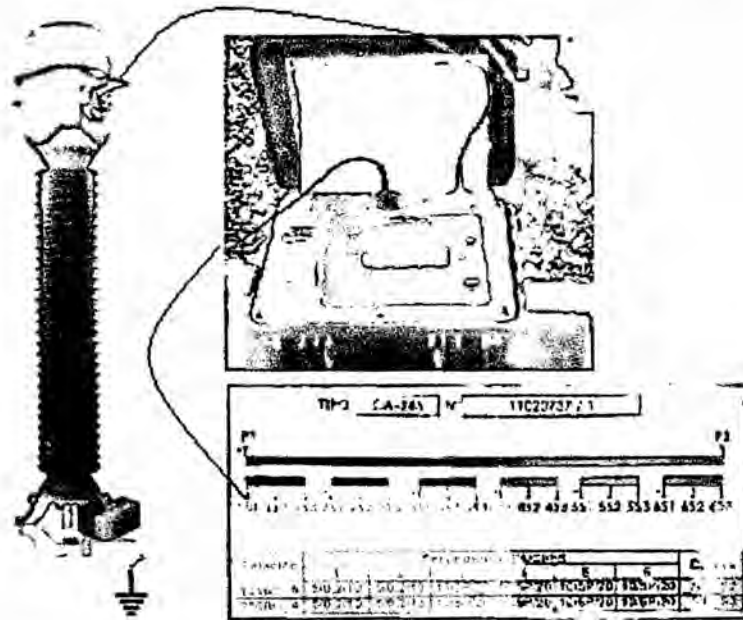


Fuente: PROPIA.

Conexión para prueba de resistencia de aislamiento: Entre AT-BT.

- 1- Conectar el equipo de pruebas Megger, según la figura 67.
- 2- Encender el equipo de pruebas Megger.
- 3- Inyectar una tensión de 5000 o 10000 V DC mediante 60 s.
- 4- Anotar los valores registrados.
- 5- Realizar la corrección del valor de la resistencia de aislamiento por temperatura (Tabla 10.14 de la NETA 1999 - para aislantes líquidos).

Figura 67, Conexión para Prueba de resistencia de aislamiento.

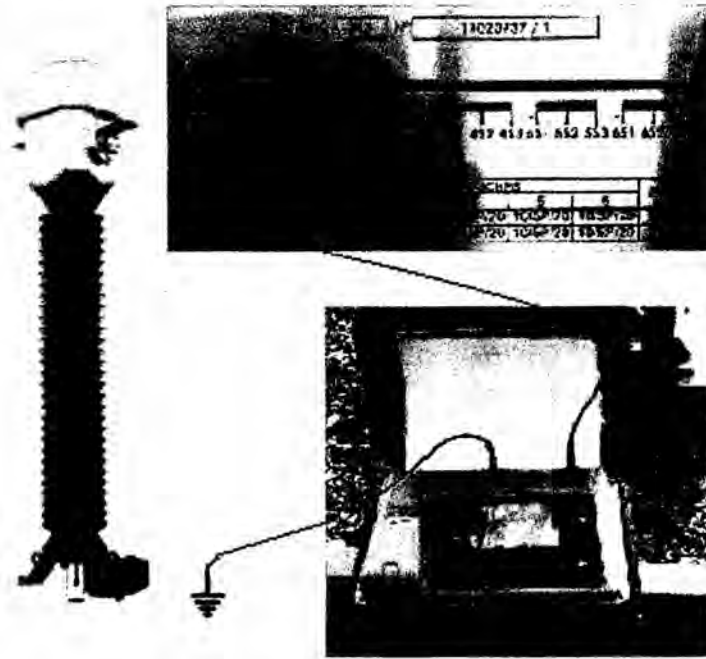


Fuente: PROPIA.

Conexión para prueba de resistencia de aislamiento: Entre BT-T.

- 1- Conectar el equipo de pruebas Megger, según la figura 68.
- 2- Encender el equipo de pruebas Megger.
- 3- Inyectar una tensión de 1000 V DC mediante 60 s.
- 4- Anotar los valores registrados.
- 5- Realizar la corrección del valor de la resistencia de aislamiento por temperatura (Tabla 10.14 de la NETA 1999 - para aislantes líquidos).

Figura 68, Conexión para Prueba de resistencia de aislamiento.

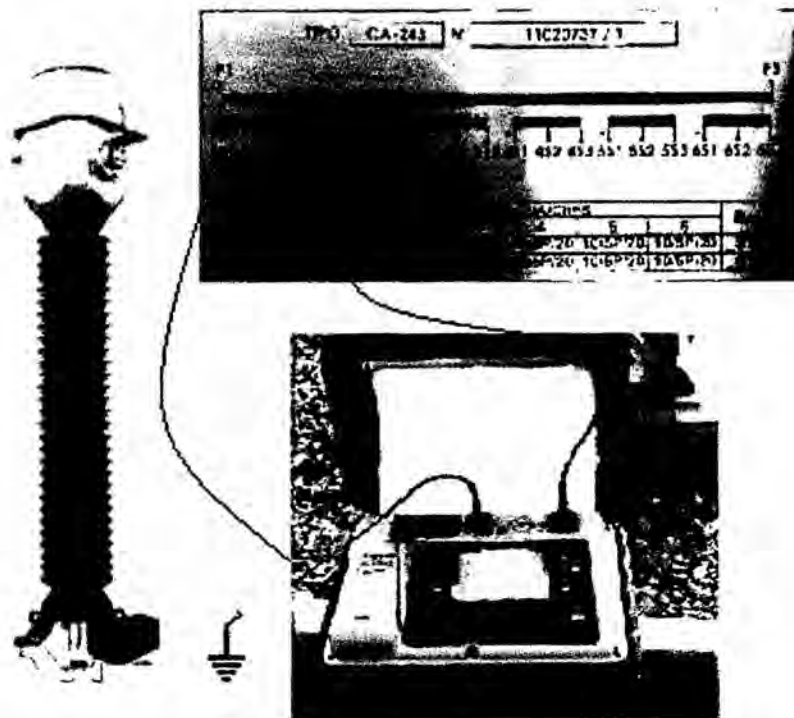


Fuente: PROPIA.

Prueba de resistencia de aislamiento: Entre Núcleos de BT-T (1S1-2S1).

- 1- Conectar el equipo de pruebas Megger, según la figura 69.
- 2- Encender el equipo de pruebas Megger.
- 3- Inyectar una tensión de 500 V DC mediante 60 s.
- 4- Anotar los valores registrados.
- 5- Realizar la corrección del valor de la resistencia de aislamiento por temperatura (Tabla 10.14 de la NETA 1999 - para aislantes líquidos).

Figura 69, Conexionado para Prueba de resistencia de aislamiento.



Fuente: PROPIA.

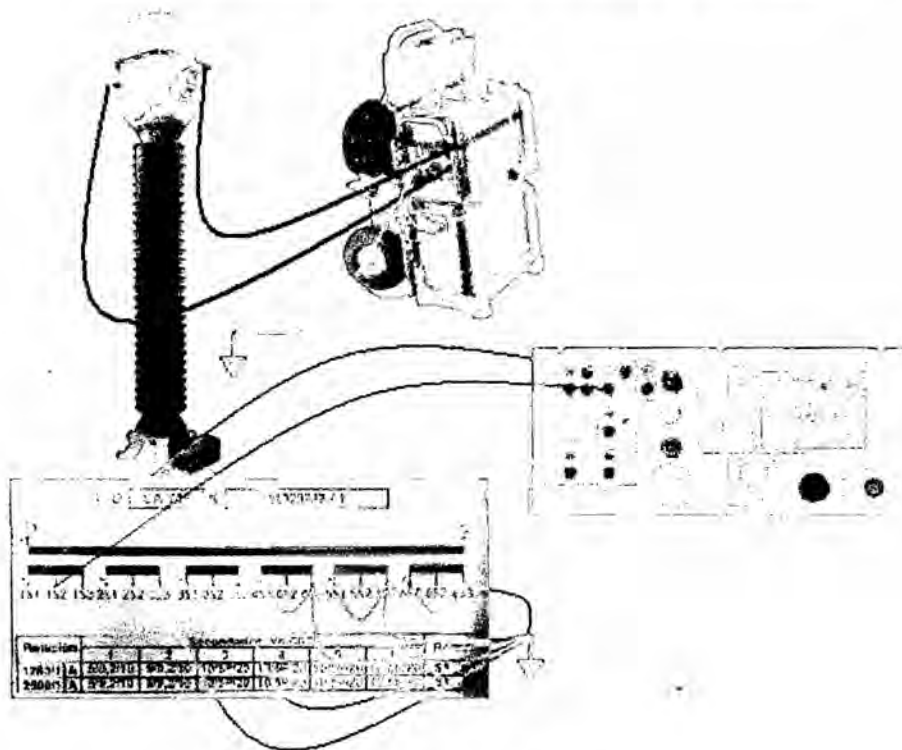
Prueba de Relación de transformación y polaridad:

- Verificar que el transformador de corriente se encuentre debidamente libre de conexiones secundarias.
- Se debe de cortocircuitar los núcleos no utilizados así mismo se debe de aterrar.
- El equipo de prueba inyecta una corriente por el primario de acuerdo a los valores de ajuste inicial y mide la corriente que circula por el devanado secundario que se está probando con magnitud y ángulo.
- La corriente inyectada en el primario debe de representar un porcentaje de la corriente nominal del TC, la cual puede estar alrededor del 10 - 20 - 50% de la corriente nominal.
- Con esta conexión del equipo se puede verificar la polaridad del núcleo secundario que se esta probando, con relación al devanado primario.
- Se realizará la prueba para cada uno de los núcleos del TC.

Conexión para prueba de Relación de Transformación:

- 1- Conectar el equipo de prueba CPC-100, según la figura 70.
- 2- Encender el equipo de pruebas seleccionar la tarjeta de prueba colocar el valor de la corriente la cual puede ser el 50%, 20%, 10% de la corriente nominal.
- 3- Puentear los núcleos y colocarlos a tierra.

Figura 70, Conexión para Prueba de resistencia de aislamiento.



Fuente: PROPIA.

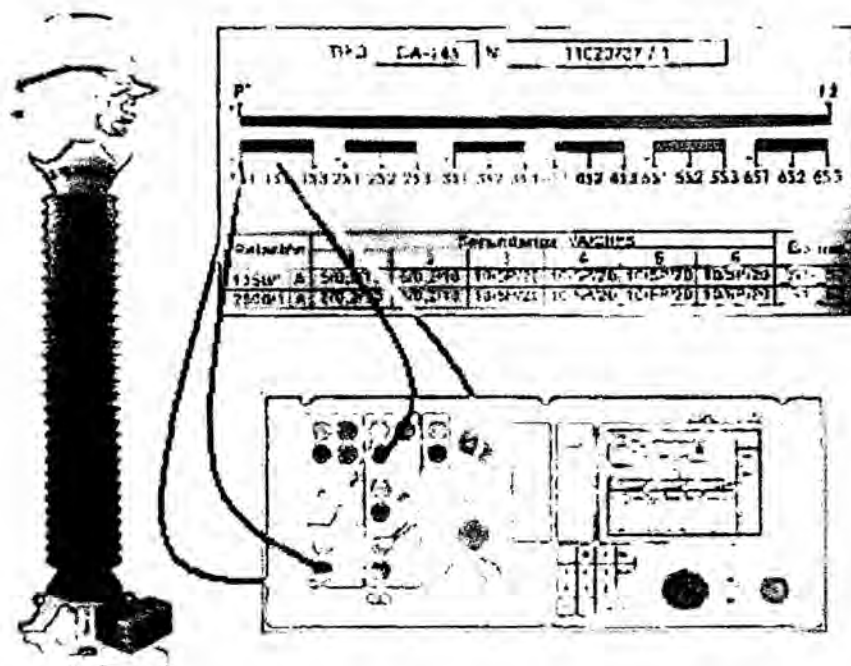
Prueba de Resistencia de Núcleos:

- El equipo de prueba inyecta un voltaje directo por el núcleo secundario de acuerdo a los valores de ajuste inicial y mide la corriente continua que circula a través de este, con la relación de estos dos valores calcula la resistencia del devanado.
- Se realizará la prueba para cada uno de los núcleos secundarios del TC.

Conexión para prueba de Resistencia de Núcleos:

- 1- Conectar el equipo de pruebas CPC-100, según la figura 71.
- 2- Encender el equipo de pruebas seleccionar la tarjeta de prueba colocar el valor de la corriente de prueba, se sugiere 1 A que corresponde a la corriente nominal, también se pueden usar valores tales como 0.1 - 0.2 A
- 3- Se recomienda detener la prueba a los 30 s cuando la resistencia se estabilice.

Figura 71, Conexión para Prueba de resistencia de núcleos.



Fuente: PROPIA.

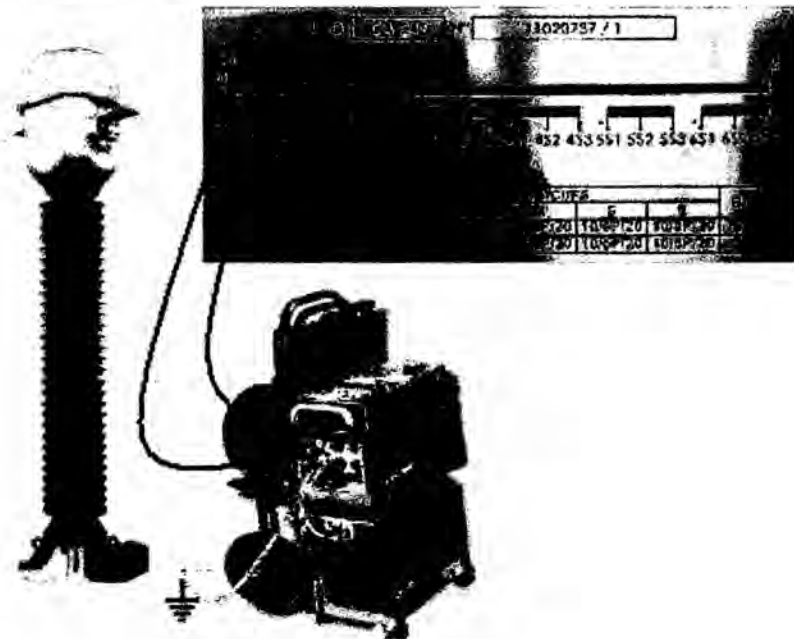
Prueba de la Curva de Saturación:

- El equipo de prueba inyecta una serie de valores de tensión de acuerdo a los valores de ajuste inicial y mide la corriente respectiva para los diferentes valores de tensión, los cuales permiten construir la gráfica con la curva de magnetización del TC.
- Se realizará la prueba para cada uno de los núcleos secundarios del TC.

Conexión para prueba de curva de Saturación:

- 1- Conectar el equipo de pruebas CPC-100, según la figura 72.
- 2- Encender el equipo de pruebas seleccionar la tarjeta de prueba Colocar el valor de la tensión y corriente $I_{max} - V_{max}$ (1A - 500V).
- 3- Después de realizada la prueba se procede a desmagnetizar el equipo de pruebas.

Figura 72, Conexión para Prueba de resistencia de núcleos.



Fuente: PROPIA.

b) Protocolo de Pruebas SAT del Transformador de Corriente

Se adjunta en el anexo 4, los protocolos en blanco del interruptor de potencia.

c) Conformidad y Cierre del Proceso:

- Verificar que se hayan registrados todos los resultados de las pruebas en el protocolo.
- Informar novedades al supervisor a cargo de las pruebas.

3.4.5 Pruebas Eléctricas ejecutadas al Transformador de Tensión

a) Procedimiento de Pruebas Ejecutadas al Transformador de Tensión

El procedimiento estableció la metodología a aplicar para la ejecución de las pruebas de puesta en servicio del Transformador de Tensión. Previamente se debe de cumplir todo lo indicado en los puntos 3.3.

- **Inspección Visual del equipo (parte primaria - parte secundaria).**

Antes de realizar las pruebas para puesta en servicio al transformador de tensión se realizan dos tipos de inspecciones; inspección primaria, inspección secundaria.

Parte Primaria:

- Inspección de la estructura soporte por fase.
- Inspección de la conexión de Puesta a tierra del equipo y estructura soporte.
- Revisar el alineamiento de los transformadores de tensión.
- Inspección de la porcelana del transformador de tensión por fase.
- Revisar los terminales de alta tensión.

Parte Secundaria:

- Verificar las salidas de los devanados secundarios del transformador de tensión.

- **Pruebas para puesta en servicio del Transformador de Tensión.**

Para poner en servicio los transformadores de tensión se realizan las siguientes pruebas:

- Factor de Potencia.
- Resistencia de Aislamiento.
- Relación de transformación.
- Resistencia de Devanados.

Prueba de factor de Potencia:

- Previo a la ejecución de la prueba se debe realizar una limpieza a los aisladores del transformador de tensión para evitar interferencias en los resultados obtenidos.
- En esta prueba se tiene que hallar el tangente delta de la parte superior, parte inferior, total con sus respectivas capacitancias del transformador de tensión.
- Para el caso de los transformadores de tensión del proyecto Zapallal - Trujillo, los equipos no cuentan con el acceso para obtener el C1 - C2, por lo cual sólo aplican tres pruebas, las cuales se indican en la tabla 15:

Tabla 16, Modos de Prueba para la prueba de factor de potencia.

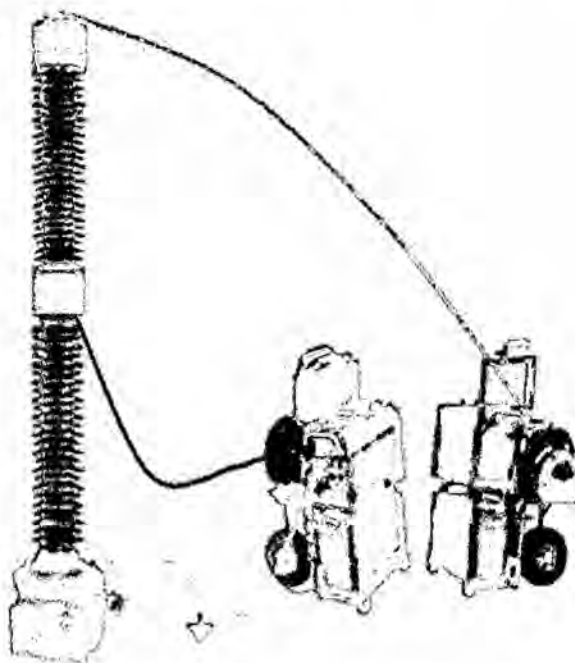
Item	Modos de Prueba	Tension de Prueba V AC
1	GSTgA - Parte Inferior	10000
2	UST-A - Parte Superior	10000
3	GST - Total	10000

Fuente: PROPIA.

Conexionado para prueba de Tangente Delta: 1 CASO - GSTgA

- 1- Conexionar el equipo de pruebas CPC-100 TD1, según la figura 73.
- 2- Encender el equipo de pruebas CPC-100 TD1, seleccionar la tarjeta de pruebas de tangente delta, colocar el modo de prueba correspondiente al primer caso el GSTgA.
- 3- Colocar el valor de la temperatura y la humedad del ambiente en la configuración de la tarjeta de prueba, iniciar la prueba con la inyección de tensión de 10 kV AC.
- 5- Anotar los valores registrados.

Figura 73, Conexión para Prueba de factor de potencia - caso 1 - GSTgA.

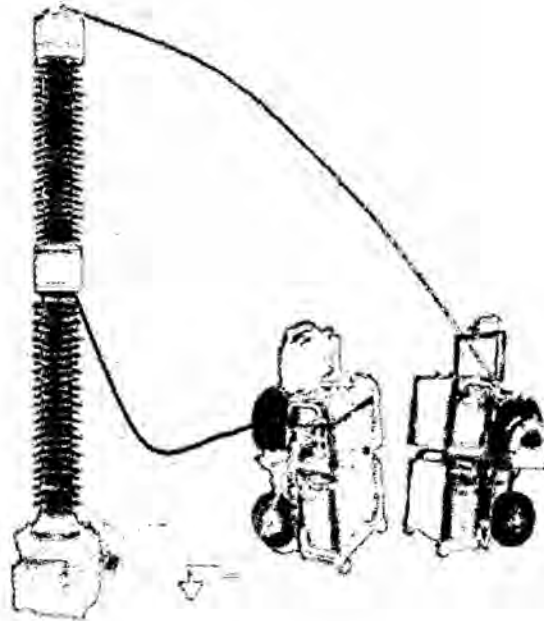


Fuente: PROPIA.

Conexión para prueba de Tangente Delta: 2 CASO - UST-A

- 1- Conectar el equipo de pruebas CPC-100 TD1, según la figura 74.
- 2- Encender el equipo de pruebas CPC-100 TD1, seleccionar la tarjeta de pruebas de tangente delta, colocar el modo de prueba correspondiente al primer caso el UST-A.
- 3- Colocar el valor de la temperatura y la humedad del ambiente en la configuración de la tarjeta de prueba, iniciar la prueba con la inyección de tensión de 10 kV AC.
- 5- Anotar los valores registrados.

Figura 74, Conexionado para Prueba de factor de potencia - caso 1 - UST-A.

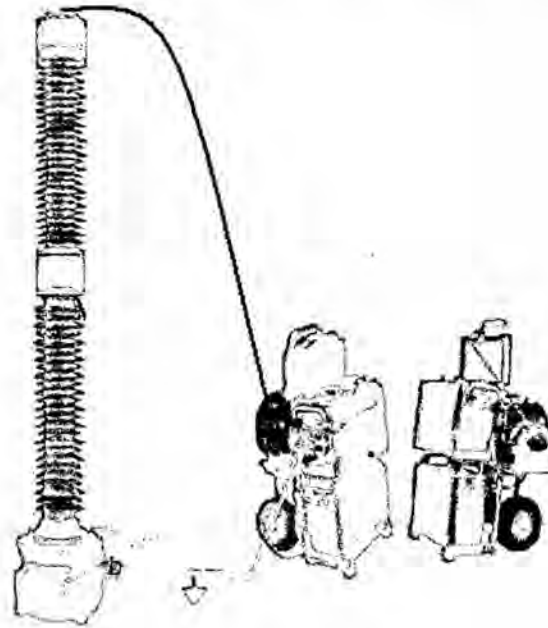


Fuente: PROPIA.

Conexionado para prueba de Tangente Delta: 3 CASO - GST

- 1- Conectar el equipo de pruebas CPC-100 TD1, según la figura 75.
- 2- Encender el equipo de pruebas CPC-100 TD1, seleccionar la tarjeta de prueba de tangente delta, colocar el modo de prueba correspondiente al tercer caso el GST.
- 3- Colocar el valor de la temperatura y la humedad del ambiente en la configuración de la tarjeta de prueba, iniciar la prueba con la inyección de tensión de 10 kV AC.
- 5- Anotar los valores registrados.

Figura 75, Conexionado para Prueba de factor de potencia - caso 3 - GST.



Fuente: PROPIA.

Prueba de Resistencia de Aislamiento:

- Asegurar que el transformador de tensión se encuentre debidamente aterrizado.
- No debe de tener el TT ninguna conexión en AT y BT.
- Se deben de realizar las siguientes inyecciones de tensión:

Tabla 17, Modos de Prueba para la prueba de resistencia de aislamiento.

Item	Modos de Prueba	Tension de Prueba V DC
1	Alta – Tierra	10000
2	Alta – Baja	10000
3	Baja – tierra	500

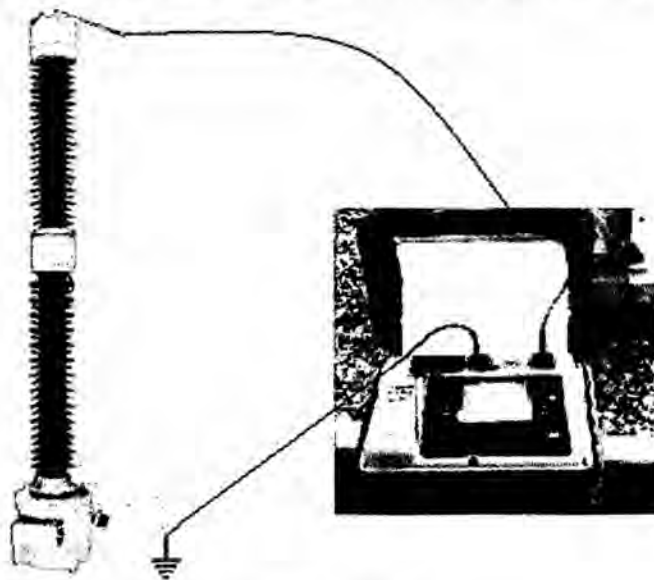
Fuente: PROPIA.

- Se efectuara la medida seleccionando la escala apropiada.
- Se tomaran medidas de resistencia de aislamiento a los 60 segundos, simultáneamente se tomarán medidas de temperatura ambiente en el momento de la prueba.

Conexión para prueba de Resistencia de aislamiento Alta - Tierra:

- 1- Conectar el equipo de prueba Megger, según la figura 76.
- 2- Encender el equipo de pruebas Megger.
- 3- Inyectar una tensión de 5000 o 10000 V DC mediante 60 s.
- 4- Anotar los valores registrados.
- 5- Realizar la corrección del valor de la resistencia de aislamiento por temperatura (Tabla 10.14 de la NETA 1999 - para aislantes líquidos).

Figura 76, Conexión para Prueba de Resistencia de Aislamiento Alta - Tierra.

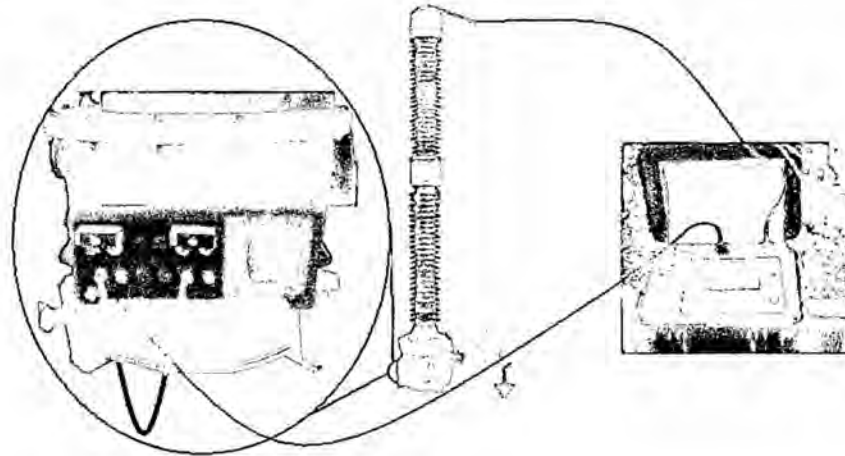


Fuente: PROPIA.

Conexión para prueba de Resistencia de aislamiento Alta – Baja:

- 1- Conectar el equipo de prueba Megger, según la figura 77.
- 2- Encender el equipo de pruebas Megger.
- 3- Inyectar una tensión de 5000 V DC mediante 60 s.
- 4- Anotar los valores registrados.
- 5- Realizar la corrección del valor de la resistencia de aislamiento por temperatura (Tabla 10.14 de la NETA 1999 - para aislantes líquidos).

Figura 77, Conexionado para Prueba de Resistencia de Aislamiento Alta - Baja.

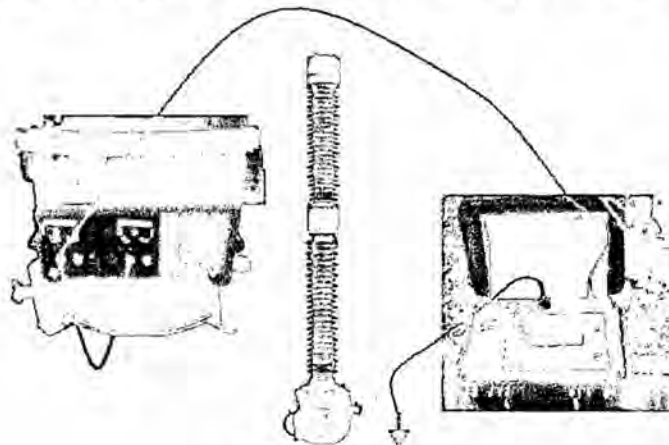


Fuente: PROPIA.

Conexionado para prueba de Resistencia de aislamiento Baja - Tierra:

- 1- Conectar el equipo de prueba Megger, según la figura 78.
- 2- Encender el equipo de pruebas Megger.
- 3- Inyectar una tensión de 500 V DC mediante 60 s.
- 4- Anotar los valores registrados.
- 5- Realizar la corrección del valor de la resistencia de aislamiento por temperatura (Tabla 10.14 de la NETA 1999 - para aislantes líquidos).

Figura 78, Conexionado para Prueba de Resistencia de Aislamiento Baja - Tierra.



Fuente: PROPIA.

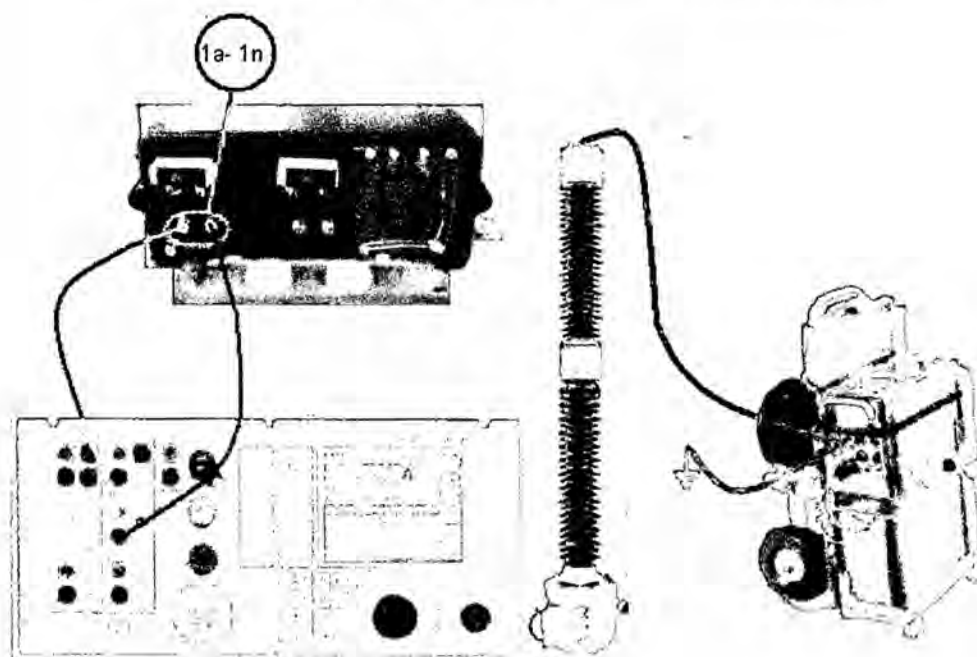
Prueba de Relación de transformación:

- Verificar que el transformador de tensión se encuentre debidamente libre de conexiones secundarias.
- El equipo de prueba inyecta una tensión por el primario de acuerdo a los valores de ajuste inicial y mide la tensión por el devanado secundario se evalúa el valor de magnitud y ángulo.
- Se realizará la prueba para cada uno de los devanados secundarios de cada TT.

Conexión para prueba de Relación de transformación:

- 1- Conectar el equipo de prueba CPC-100, según la figura 79.
- 2- Encender el equipo de pruebas, seleccionar la tarjeta de prueba, conexión inicial 1a-1n.
- 3- Inyectar una tensión de 1000 V AC.
- 4- Anotar los valores registrados.

Figura 79, Conexión para Prueba de Relación de transformación.



Fuente: PROPIA.

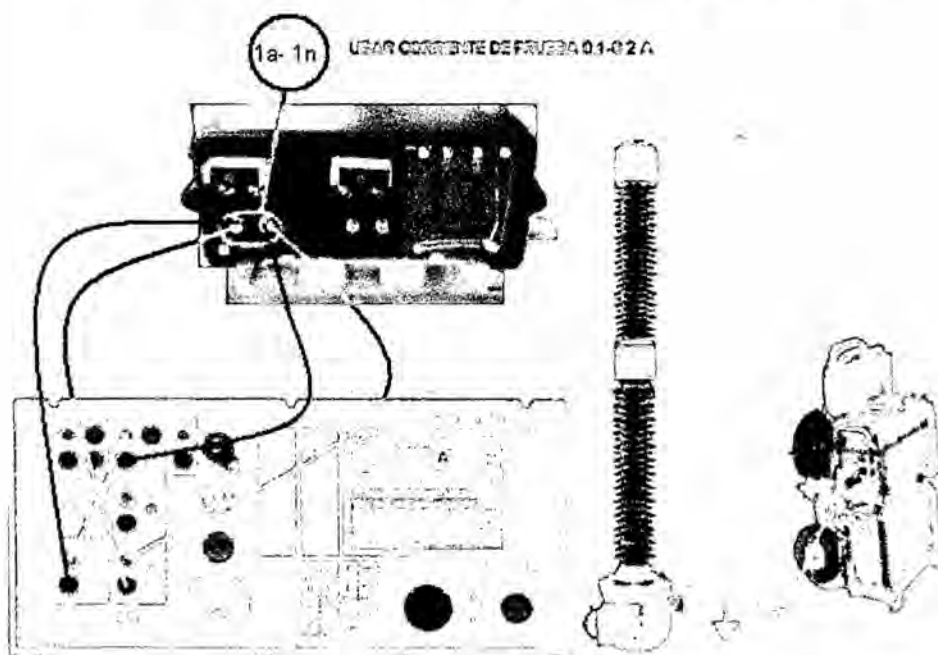
Prueba de Resistencia de Devanados:

- El equipo de prueba inyecta un voltaje directo por el núcleo secundario de acuerdo a los valores de ajuste inicial y mide la corriente continua que circula a través de este, con la relación de estos dos valores calcula la resistencia del devanado.
- Se realizará la prueba para cada uno de los núcleos secundarios del TC.

Conexión para prueba de Resistencia de Devanados:

- 1- Conectar el equipo de prueba CPC-100, según la figura 80.
- 2- Encender el equipo de pruebas.
- 3- Inyectar una corriente 0.1 - 0.2 A.
- 4- Anotar los valores registrados.

Figura 80, Conexión para prueba de resistencia de devanados.



Fuente: PROPIA.

b) Protocolo de Pruebas SAT del Transformador de Tensión

Se adjunta en el anexo 4, los protocolos en blanco del transformador de tensión.

c) Conformidad y Cierre del Proceso:

- Verificar que se hayan registrados todos los resultados de las pruebas en el protocolo.
- Informar novedades al supervisor a cargo de las pruebas.

IV. RESULTADOS

Como parte de la ejecución del proyecto Pruebas Eléctricas correspondiente a la Subestación Trujillo Nueva 220/500 kV; se presentan dos tipos de resultados:

- Resultado Técnico.
- Resultado Económico.

4.1 Resultados Técnicos.

Los resultados técnicos se encuentran referidos a los valores obtenidos en las pruebas de campo. Se presentan los resultados de los equipos de maniobra (Interruptores - Seccionadores) de cada celda y diámetro, valores obtenidos en campo y en fábrica.

Tabla 18, Valores de resistencia de contactos obtenidos en las pruebas de SAT y FAT para interruptores 245 kV.

Celda	Número de Serie	Código Operativo del Equipo	Resistencia de Contactos					
			R		S		T	
			SAT	FAT	SAT	FAT	SAT	FAT
ACOPLE	35117258	IN-2670	25.71	28	26.4	27	25.6	27
AT85-523	35117268	IN-2268	25.48	26	26.05	28	25.81	28
L-2290	35117259	IN-2672	25.31	29	25.31	26	25.52	26
L-2291	35117260	IN-2674	25.04	26	25.66	26	25.47	27

Fuente: Protocolos SAT y FAT.

Tabla 19, Valores de tiempos de operación obtenidos en campo para interruptores 245 kV.

Celda	Número de Serie	Código Operativo del Equipo	Prueba de tiempos de Operación								
			Cierre			Open 1			Open 2		
			R	S	T	R	S	T	R	S	T
ACOPLE	35117258	IN-2670	63.9	63.9	63.9	28.6	28.1	27.8	28.6	28	27.6
AT85-523	35117268	IN-2268	53.3	53.9	53.2	27.8	28.2	27.8	27.7	28.1	28.1
L-2290	35117259	IN-2672	62.2	62.6	62.4	28.4	28.1	28.5	28.5	28.4	28.4
L-2291	35117260	IN-2674	61.8	62	61.7	28.1	28.2	27.8	28	28.2	27.9

Fuente: Protocolos SAT.

Tabla 20, Valores de tiempos obtenidos en las pruebas FAT para interruptores 245 kV.

Celda	Número de Serie	Código Operativo del Equipo	Prueba de tiempos de Operación				
			C	O1	O2	CO1	O1CO1
			R	S	T	S	T
ACOPLE	35117258	IN-2670	64.2	28.6	28.7	63.8	300.6
AT85-523	35117268	IN-2268	53.9	28.5	28.3	64.1	299.1
L-2290	35117259	IN-2672	63.8	28.6	28.8	64.1	299.3
L-2291	35117260	IN-2674	62.2	28.4	28.8	62.9	297.5

Fuente: Protocolos de Puesta de fábrica.

Tabla 21, Valores de resistencia de contactos obtenidos en pruebas SAT para interruptores 550 kV.

Celda	Número de Serie	Código Operativo del Equipo	Resistencia de Contactos								
			R			S			T		
			C1	C2	T	C1	C2	T	C1	C2	T
REACTOR	35117246	IN-5040	27.21	27.15	55.51	28	27.65	57.23	28.56	27.43	55.98
CORTE A	35117254	IN-5046	28.21	27.98	57.63	27.93	27.91	57.11	28.55	28.48	57.29
CORTE B	35117253	IN-5044	28.62	29.94	58.02	28.03	28.35	59.63	27.91	28.17	57.35
CORTE C	35117245	IN-5042	28.43	27.54	57.61	28.55	28.49	59.61	28.1	28.1	57.67

C1: Cámara 1, C2: Cámara 2, T: Total

Fuente: Protocolos SAT.

Tabla 22, Valores de resistencia de contactos obtenidos en pruebas FAT para interruptores 550 kV.

Celda	Número de Serie	Código Operativo del Equipo	Resistencia de Contactos								
			R			S			T		
			C1	C2	T	C1	C2	T	C1	C2	T
REACTOR	35117246	IN-5040	29	29	58	29	29	59	29	29	58
CORTE A	35117254	IN-5046	28	28	58	28	29	59	30	30	60
CORTE B	35117253	IN-5044	29	29	59	29	29	59	29	29	59
CORTE C	35117245	IN-5042	29	29	59	29	30	59	28	29	58

C1: Cámara 1, C2: Cámara 2, T: Total

Fuente: Protocolos FAT.

Tabla 23, Valores de tiempos obtenidos en pruebas SAT

para interruptores 550 kV.

Celda	Número de Serie	Código Operativo del Equipo	Prueba de tiempos de Operación - Cierre					
			R		S		T	
			C1	C2	C1	C2	C1	C2
REACTOR	35117246	IN-5040	56.5	57	57	57.5	55.5	56
CORTE A	35117254	IN-5046	66	66.5	65.5	65.5	67	67
CORTE B	35117253	IN-5044	65.5	66	66	66	65.5	65.5
CORTE C	35117245	IN-5042	55	-	55.5	-	54.8	-

Fuente: Protocolos de SAT.

Tabla 24, Valores de tiempos obtenidos en pruebas SAT

para interruptores 550 kV.

Celda	Número de Serie	Código Operativo del Equipo	Prueba de tiempos de Operación - Open 1					
			R		S		T	
			C1	C2	C1	C2	C1	C2
REACTOR	35117246	IN-5040	20	20.5	20	20	20	20
CORTE A	35117254	IN-5046	19	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5
CORTE B	35117253	IN-5044	19.5	20	19.5	19.5	19.5	19.5
CORTE C	35117245	IN-5042	19.5	-	19.5	-	19.5	-

Fuente: Protocolos de SAT.

Tabla 25, Valores de tiempos obtenidos en pruebas SAT

para interruptores 550 kV.

Celda	Número de Serie	Código Operativo del Equipo	Prueba de tiempos de Operación - Open 2					
			R		S		T	
			C1	C2	C1	C2	C1	C2
REACTOR	35117246	IN-5040	20	20	20	20	20	20
CORTE A	35117254	IN-5046	20	20	20	20.5	20	20
CORTE B	35117253	IN-5044	20	20	19.5	19.5	20	20
CORTE C	35117245	IN-5042	19.5	-	19.5	-	19.5	-

Fuente: Protocolos de SAT.

Tabla 26, Valores de tiempos obtenidos en pruebas FAT

para interruptores 550 kV.

Celda	Número de Serie	Código Operativo del Equipo	Prueba de tiempos de Operación				
			C	O1	O2	CO1	O1CO1
REACTOR	35117246	IN-5040	57.2	20.4	20.6	41.3	297.5
CORTE A	35117254	IN-5046	68.3	19.8	19.8	43.6	303.7
CORTE B	35117253	IN-5044	67.2	20.1	20.1	41.3	302
CORTE C	35117245	IN-5042	56	20	20.1	40.1	296.8

Fuente: Protocolos de FAT.

Tabla 27, Valores de resistencia de contactos obtenidos en pruebas SAT - FAT

para seccionadores 245 kV.

Celda	Número de Serie	Código Operativo del Equipo	Resistencia de Contactos					
			SAT			FAT		
			R	S	T	R	S	T
ACOPLE	G10621	SA-3969	78.26	77.95	79.72	86	85	84
ACOPLE	G10622	SB-3971	82.86	77.74	83.06	85	85	86
AT85-523	G10618	SA-3947	78.39	79.94	75.95	84	85	85
AT85-523	P12790	SB-3949	59.14	60.59	64.99	76	76	78
AT85-523	P12791	SE-3951	61.6	59.52	64.82	76	77	78
AT85-523	G10627	SL-3945	80.82	83	78.59	84	85	84
L-2290	G10619	SA-3953	80.5	80.56	81.88	84	86	84
L-2290	P12792	SB-3955	60.58	62.84	60.71	76	77	77
L-2290	P12793	SE-3959	57.52	60.9	57.24	78	77	77
L-2290	G10628	SL-3957	86	78.58	73.92	85	85	84
L-2291	G10620	SA-3961	76.26	76.98	79.23	84	85	84
L-2291	P12794	SB-3963	58.25	56.35	61.86	76	77	76
L-2291	P12795	SE-3967	65.4	61.33	62.36	77	78	76
L-2291	G10629	SL-3965	75.39	80	84.52	85	85	86

Fuente: Protocolos SAT - FAT.

Tabla 28, Valores de resistencia de contactos obtenidos en pruebas SAT - FAT
para seccionadores 500 kV.

Diámetro	Número de Serie	Código Operativo del Equipo	Resistencia de Contactos					
			SAT			FAT		
			R	S	T	R	S	T
CORTE A	P12780	SA-3969	103.49	106.24	104.76	117	117	116
CORTE A	P12778	SB-3971	98.54	99.87	105.15	118	116	118
CORTE B	P12777	SA-3947	102.78	101.75	102.64	117	117	117
CORTE B	P12776	SB-3949	102.83	107.16	103.96	116	117	116
CORTE C	P12775	SE-3951	103.76	99.13	101.71	117	118	118
CORTE C	P12779	SL-3945	102.6	105.45	108.97	116	117	116
=5L1 - 2	P12785	SL-5087	103.7	106.35	99.31	116	116	118
AUT85-523	P12786	SE-5099	107.9	101.47	105.55	117	116	118
R-21	H04379	SE-5093	111.36	111.83	110.54	118	118	119

Fuente: Protocolos SAT - FAT.

4.2 Resultados Económicos.

Los resultados económicos que se presentan en la tabla 27, se encuentran en los reportes generales de gastos de la ejecución del proyecto pruebas en la subestación Trujillo Nueva, documento correspondiente a la parte comercial del proyecto pruebas para puesta en servicio Zapallal - Trujillo 220/500 kV.

Conociendo los gastos de la ejecución correspondiente a las actividades en la subestación Trujillo Nueva y contando con el valor presupuestado por cada subestación con el cual SIEMENS SAC se adjudicó el proyecto, se realiza la evaluación económica final.

El valor presupuestado para las actividades de pruebas en la subestación Trujillo Nueva es de 86 098.84 UD, sin considerar el IGV.

$$\text{Utilidad} = \text{Valor Presupuestado} - \text{Gastos de Ejecución} \dots (10)$$

En los gastos de ejecución se consideran absolutamente todos los gastos del personal asignado para realizar las actividades en la subestación Trujillo Nueva.

Tabla 29, Gastos generales del proyecto ejecutado en la Subestación Trujillo Nueva.

GASTOS EJECUCION - PROYECTO SSEE TRUJILLO NUEVA				
Personal Asignado				
Ingeniero de Pruebas			1	
Ingeniero de Seguridad			1	
Técnico Linieros			3	
Alquiler Transporte				
	Costo	Cantidad	Días	Sub total
Camioneta 4x4	150	1	38	5700
Combustible	71.43	1	21	1500.03
Grúa	1500	1	8	12000
Manlift	700	1	8	5600
				24800.03
Viaticos del Personal				
	Costo	Cantidad	Días	Sub total
Alimentación				
Ing. Pruebas	25.71	1	38	976.98
Ing. Seguridad	25.71	1	38	976.98
Técnicos linieros	14.29	3	28	1200.36
				3154.32
Hospedaje				
Ing. Pruebas	42	1	38	1596
Ing. Seguridad	42	1	38	1596
Técnicos linieros	19	3	28	1596
				4788
Otros				
	Costo	Cantidad	TC	Sub total
Herramientas				
Escalera Telescópica	1500	2	3.5	857.14
Escalera Tijera	700	1	3.5	200.00
Otros	350	1	3.5	100.00
				1157.14
				Total Gastos
				33899.49

Fuente: Informe comercial SIEMENS SAC, reunión de Cierre del Proyecto.

Utilizando la ecuación (10) tenemos:

$$\text{Utilidad} = 86098.84 \text{ UD} - 38899.49 \text{ UD}$$

$$\text{Utilidad} = 47199.35 \text{ UD}$$

Finalmente se indica que la utilidad en porcentaje es de 54.82 %.

V. CONCLUSIONES

- 5.1 La seguridad de las instalaciones eléctricas de alta - extra alta tensión y la garantía de la continuidad de la operación, dependen de la operatividad del equipamiento que la conforma, por esta razón que las pruebas realizadas son de vital importancia, porque permiten evaluar la condición en la cual los equipos comienzan su vida útil, además que permiten tomar acciones correctivas a problemas que se puedan presentar durante la etapa del montaje de los mismos.
- 5.2 Durante la etapa de inspección visual de los equipos de maniobra (seccionadores e interruptores), nos permitió observar que los equipos presentaban fallas en el montaje electromecánico, fallas debidas a la falta de una correcta supervisión. Con la finalidad de evitar retrasos en el desarrollo del programa de actividades, se programó con el cliente la acción correctiva de cada equipo, obteniendo un beneficio técnico y económico para la empresa.
- 5.3 Las pruebas de aislamiento realizadas a los equipos de protección y maniobra, no cuentan con valores de fábrica, debido a que dichas pruebas no se realizan en fábrica, las evaluaciones se realizan en función a referencias brindadas por los fabricantes de los equipos de pruebas.
- 5.4 Los valores obtenidos correspondientes a pruebas de aislamiento, pruebas eléctricas, pruebas dinámicas, realizadas a los equipos de alta y extra alta tensión resultaron satisfactorios.
- 5.5 El personal que participo en la ejecución de las pruebas a los equipos de alta y extra alta tensión fue debidamente instruido y capacitado. Debido a ello se alcanzaron resultados satisfactorios, tanto en la parte técnica como la parte económica.

VI. RECOMENDACIONES

- 6.1 Seguir los procedimientos establecidos para pruebas de puesta en servicio de los equipos de patio de manera detallada, indicados en el presente informe.
- 6.2 Todo tipo de intervención a realizar en los equipos de alta o extra alta tensión debe de ser realizada por personal debidamente capacitado, con la finalidad de evitar fallas mayores debido al desconocimiento del personal.
- 6.3 Ninguna actividad de montaje electromecánico o pruebas, se debe de realizar en condiciones atmosféricas desfavorables, ya que atenta contra la integridad del personal y la propia del equipamiento.
- 6.4 La facultad debe de promover cursos de capacitación teórico - práctico relacionado a pruebas para puesta en servicio de instalaciones de Alta Tensión con el objetivo de obtener una alta especialización en el tema.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

7.1- Referencias

- [1] Instrucciones de Servicio - Interruptor de Potencia 3AP2FI, Marca SIEMENS.
- [2] Instrucciones de Servicio - Interruptor de Potencia 3AP1FI, Marca SIEMENS.
- [3] Manual del Seccionador de Potencia, Marca ALSTOM.
- [4] Manual del Transformador de Corriente, Marca ARTECHE.
- [5] Manual del Transformador de Tensión, Marca ARTECHE.
- [6] Manual del Pararrayos, Marca TRIDELTA.
- [7] Subestaciones de Alta y Extra Alta Tensión - Mejía Villegas S.A. - Segunda Edición 2003.
- [8] Interruptores de Tanque Vivo - Guía para el comprador - ABB S.A. Edición 4 - 2008 -10.
- [9] Manual Técnico para Transformadores de Intensidad de Corriente. Edición Especial para equipos utilizados por CFE - Revisión 0 - 27/01/05.
- [10] Capacitación Básica en Pruebas de Equipos de Subestaciones de Potencia Empresa DAGELEC Ltda. 2009.
- [11] Capacitación en Pruebas de Equipos de Patio. Empresa SIEMENS S.A. - PTD Services - Bogotá 2005.
- [12] Guía para Pruebas de Diagnóstico de Aislamiento - Megger. Segunda Edición 2002, Megger.
- [13] Manual del Usuario CPC-100, Sistema de Pruebas Primarias para Puesta en Servicio y Mantenimiento de Subestaciones. OMICRON electronics 2005.
- [14] ABB, Switchgear Manual 1995.

Novena Edición 1995.

- [15] Revista Electric Energy T&D - Mantenimiento de Interruptores de Potencia de MT y AT.
Zensol Automation Inc. - Mayo 2006.
- [16] Paul Gill, Electrical Power Equipement Maintance and Testing.
Marcel Dekker Inc. 1998
- [17] Analysis of Some Measurement Issues in Bushing Power Factor Tests in the Filed, July 2006
- [18] Type M2H Instruction Manual - Electrical Insulation Testing, Water-town, MA, 1998. DOBLE Eng. Co.
- [19] <https://www.omicronenergy.com>
- [20] <https://www.isatest.com>

VIII. ANEXOS

1. Carta de adjudicación del Proyecto de Pruebas Eléctricas.
2. Diagrama Unifilar de la Subestación Trujillo Nueva.
3. Planos Electromecánicos de la Subestación Trujillo Nueva.
4. Protocolo de Pruebas en Blanco Subestación Trujillo Nueva.

Anexo 1

Carta de adjudicación del Proyecto de Pruebas Eléctricas



Lima, 15 de diciembre de 2011

Señor

CARLOS TRAVEZAÑO GALVEZ

Gerente de la División de Energía

SIEMENS SAC

Av. Domingo Orue N° 971, Surquillo, Lima.

Tel: +51 1 215 0030

Fax: +51 1 421 9292

Perú

**ASUNTO: PE-ZATR-00019-C003
SOLICITUD DE OFERTA PARA PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO
EN LAS SUBESTACIONES DEL PROYECTO ZAPALLAL- TRUJILLO.**

Estimado señor Carlos:

Proyectos de Infraestructura del Perú S.A.C. – PDI -, invitó a su representada a presentar oferta para el servicio de pruebas y puesta en servicio de las subestaciones Carabaylo, Chimbote Nueva, Trujillo Nueva, Chimbote I, Trujillo Norte y Paramonga correspondientes al Proyecto Zapallal - Trujillo.

Como resultado de la evaluación de las ofertas recibidas, PDI, decidió adjudicar a su representada, el respectivo contrato para el servicio de pruebas y puesta en servicio de las subestaciones del proyecto, por un valor de USD 731,771.70 sin incluir IGV.

Finalmente, de acuerdo con lo indicado en la solicitud de ofertas, agradeceré se sirva acreditar la existencia y representación legal de su representada, para proceder con la suscripción del Contrato.

Cordialmente,



CARLOS A. DUQUE HERNANDEZ
Gerente General
PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA
DEL PERU S.A.C.

Cc: Tommy Escate Martínez
Power Transmission and Distribution

Anexo 2

Diagramas Unifilares de Control y Protección de la subestación Trujillo Nueva

SIEMENS

Diagramas Esquemáticos



Para

PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA
DEL PERU S.A.C

Cliente

PROYECTO ZAPALLAL - TRUJILLO 500/220kV

Usuario

SUBESTACION TRUJILLO 500/220 kV

Instalación

DIAGRAMA UNIFILAR

Parte de la Instalación

36-11-1-0780

Pedido Número

18.02.11

Fecha de Emisión

PE-ZATR-DISE-KTR63.001

Documento del Cliente No.

Rev.	Nota	Fecha	Nomb.	Aprob.
A1	S. DISEÑO	18.11.10	W.C	Diseño W. CASTANEDA
A2	S. 2366001098	18.02.11	J.B	Revisó W. CASTANEDA
				Aprob. R.FONSECA

Designación de la Documentación

A / = / A1

Documento de Fabricación No.

(4)IG63076-A1031-400-A2

A	B	C	D	E	F		
A	A1	(4)IG63076-A1031-400-A2	1-	18.02.11	1	ED-EA	HOJA PORTADA Diagrama de circuito
B	B1	(4)IG63076-A1031-BB-400	1+	30.09.10	5	ED-EA	SIMBOLOGIA GENERAL DE ESQUEMAS ELECTRICOS Diagrama de circuito
B	B2	(4)IG63076-A1031-BB-400	2+	30.09.10	5	ED-EA	SIMBOLOGIA GENERAL DE ESQUEMAS ELECTRICOS Diagrama de circuito
B	B3	(4)IG63076-A1031-BB-400	3+	30.09.10	5	ED-EA	SIMBOLOGIA GENERAL DE ESQUEMAS ELECTRICOS Diagrama de circuito
B	B4	(4)IG63076-A1031-BB-400	4+	30.09.10	5	ED-EA	NOMENCLATURA DE PLANOS Diagrama de circuito
B	B5	(4)IG63076-A1031-BB-400	5-	30.09.10	5	ED-EA	IDENTIFICACION DE ESQUEMAS ELECTRICOS Diagrama de circuito
B	BB1	(4)IG63076-A1031-BBB-400-A2	1+	18.02.11	8	ED-EA	DISEÑO BASICO DIAGRAMA UNIFILAR TRUJILLO 220 kV Diagrama Unifilar General
B	BB2	(4)IG63076-A1031-BBB-400-A1	2+	18.11.10	8	ED-EA	DISEÑO BASICO DIAGRAMA UNIFILAR TRUJILLO 220 kV Diagrama Unifilar General
B	BB3	(4)IG63076-A1031-BBB-400-A2	3+	18.02.11	8	ED-EA	DISEÑO BASICO DIAGRAMA UNIFILAR TRUJILLO NORTE REP 220 kV Diagrama Unifilar General
B	BB4	(4)IG63076-A1031-BBB-400	4+	30.09.10	8	ED-EA	DISEÑO BASICO DIAGRAMA UNIFILAR TRUJILLO NORTE REP 220 kV Diagrama Unifilar General
B	BB5	(4)IG63076-A1031-BBB-400-A2	5+	18.02.11	8	ED-EA	DISEÑO BASICO DIAGRAMA UNIFILAR TRUJILLO 500 kV Diagrama Unifilar General
B	BB6	(4)IG63076-A1031-BBB-400-A2	6+	18.02.11	8	ED-EA	DISEÑO BASICO DATOS TECNICOS GENERALES EQUIPOS DE POTENCIA 500 kV Diagrama Unifilar General
B	BB7	(4)IG63076-A1031-BBB-400-A1	7+	18.11.10	8	ED-EA	DISEÑO BASICO DATOS TECNICOS GENERALES EQUIPOS DE POTENCIA 500/220/33 kV Diagrama Unifilar General
B	BB8	(4)IG63076-A1031-BBB-400-A1	8-	18.11.10	8	ED-EA	DISEÑO BASICO DATOS TECNICOS GENERALES EQUIPOS DE POTENCIA 220 kV Diagrama Unifilar General

A1	S. DISEÑO	18.11.10	W.C	DISEÑO W. CASTANEDA	PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA DEL PERU S.A.C	PE-ZATR-DISE-KTR63.001	=	AB
A2	S. 2366001098	18.02.11	J.B	Revisó W. CASTANEDA	PROYECTO ZAPALLAL - TRUJILLO 500/220kV	(4)IG63076-A1031-AAB-400-A2	A	Hoja 1-
Revisión	Nota	Fecha	Nomb	Aprob	R. FONSECA	Origen/Sust. a/Sust. por	36-11-1-0780	1. Hi.
Lista de documentos								1. Hi.
Siemens								

A	B	C	D	E	F
	TIERRA	INTERRUPTOR CELDA DE MEDIA TENSION, EXTRAIBLE		INTERRUPTOR DE POTENCIA	
	TIERRA DE PROTECCION	DEVANADO ESTRELLA	Y	SECCIONADOR	
	RECEPTOR DE RELOJ SINCRONIZADO POR SATELITE	DEVANADO ESTRELLA CON NEUTRO A TIERRA		SECCIONADOR CON CUCHILLA DE PUESTA A TIERRA	
	FUNCIONES DE MEDIDA INCLUIDAS EN LA UNIDAD CONTROLADOR DE BAHIA	DEVANADO DELTA	Δ	TRANSFORMADOR DE CORRIENTE B: TIPO BUJE	
	CABLE COAXIAL APANTALLADO	DEVANADO ZIG-ZAG		DESCARGADOR DE SOBRETENSIONES	
	ENLACE POR FIBRA OPTICA	ELEMENTO DE CONEXION CABLE AISLADO A EQUIPOS		TRANSFORMADOR DE TENSION DE ACOUPLE CAPACITIVO, 2 DEVANADOS SECUNDARIOS	
	INTERRUPTOR AUTOMATICO CON PROTECCION TERMICA Y MAGNETICA	FUSIBLE		TRANSFORMADOR DE TENSION DE ACOUPLE CAPACITIVO, 3 DEVANADOS SECUNDARIOS	
	TOMA DE CORRIENTE	CONEXION DE NEUTRO		AUTOTRANSFORMADOR	
	TERMOSTATO	UNIDAD DE ACOUPLE		AUTOTRANSFORMADOR CON DEVANADO TERCARIO	
	HIGROSTATO	EQUIPO DE ONDA PORTADORA		TRANSFORMADOR	
	RESISTENCIA	GRUPO ELECTROGENO		REACTOR	
	LAMPARA	MOTOR MONOFASICO		TRAMPA DE ONDA	
	BATERIA	MOTOR TRIFASICO		SECCIONADOR FUSIBLE OPERACION BAJO CARGA	








































PE-ZA-TR-DISE-KTR63.001
36-11-1-0780
4-IG63076-A1031-BB-400

SIEMENS
SIMBOLOGIA GENERAL DE ESQUEMAS ELECTRICOS
Diagrama de circuito

PROYECTO DE INFRAESTRUCTURA DEL PERU S.A.C
PROYECTO ZAPALLAL - TRUJILLO 500/220KV
SUBESTACION TRUJILLO 500/220 KV
Fecha: 30.09.10
Disenó: W. CASTANEDA
Revisó: W. CASTANEDA
Origen/Sust. a/Sust. por

Revisión: Nota
Fecha: Nomb: Aprob: R.FONSECA

Librería de Símbolos 1: E0667
Librería de Símbolos 2: M5.40900
Librería de Símbolos 3: E0667
Librería de Símbolos 4: E0667
Versión Eicad: 7.50
Archivo Diccionario: ALETRA
Archivo Diccionario: BLETRA
Archivo Diccionario: C: P5.5, B.159
Copyright (C) Siemens 2010 All Rights Reserved

A	B	C	D	E	F
	INDICADOR DE POSICION		CONTACTO DE TRANSICION		VARIADOR
	TIMBRE		CONTACTO N.A. CON RETORNO AUTOMATICO		CONECTOR (TOMA)
	BOCINA		CONTACTO N.C. RETARDADO A LA APERTURA		BORNE
	FIN DE CARRERA		CONTACTO N.C. ANTICIPADO A LA APERTURA		CONVERTIDOR
	BOBINA		CONTACTO N.A. RETARDADO AL CIERRE		DISPOSITIVO ACCIONADO POR NIVEL DE ACEITE
	BOBINA (RELE DE TIEMPO) TEMPORIZADO A LA ENERGIZACION		CONTACTO N.A. ANTICIPADO AL CIERRE		DISPOSITIVO ACCIONADO POR TEMPERATURA
	BOBINA (RELE DE TIEMPO) TEMPORIZADO A LA DESENERGIZACION		SELECTOR CON LLAVE, DE DOS POSICIONES		DISPOSITIVO ACCIONADO POR PRESION
	CONTACTO N.A.		SELECTOR DE DOS POSICIONES		DISPOSITIVO ACCIONADO POR FLUJO DE ACEITE
	CONTACTO N.C.		CONTACTO N.A.		INTERRUPTOR MINIATURA
	CONTACTO N.C. RETARDADO A LA ENERGIZACION		PULSADOR CONTACTO N.C.		MANDO SINCRONIZADO
	CONTACTO N.A. RETARDADO A LA ENERGIZACION		PULSADOR CONTACTO N.A.		UNIDAD TERMINAL REMOTA
	CONTACTO N.A. RETARDADO A LA DESENERGIZACION		DIODO		REGISTRADOR DE FALLAS
	CONTACTO N.C. RETARDADO A LA DESENERGIZACION		OPTOACOPLADOR		RELE DE DISPARO Y BLOQUEO

Fecha: 30.09.10
 Proyecto: SIMBOLOGIA GENERAL DE ESQUEMAS ELECTRICOS
 Diseñó: W. CASTAÑEDA
 Revisó: W. CASTAÑEDA
 Archivo: /B/B/

Fecha: 30.09.10
 Proyecto: PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA DEL PERU S.A.D.
 Diseñó: W. CASTAÑEDA
 Revisó: W. CASTAÑEDA
 Archivo: /B/B/

Fecha: 30.09.10
 Proyecto: PROYECTO ZAPALLAL - TRUJILLO 500/220KV
 Diseñó: W. CASTAÑEDA
 Revisó: W. CASTAÑEDA
 Archivo: /B/B/

Fecha: 30.09.10
 Proyecto: SUBESTACION TRUJILLO 500/220 kV
 Diseñó: W. CASTAÑEDA
 Revisó: W. CASTAÑEDA
 Archivo: /B/B/

Fecha: 30.09.10
 Proyecto: Origen/Sust. a/Sust. por
 Diseñó: W. CASTAÑEDA
 Revisó: W. CASTAÑEDA
 Archivo: /B/B/

PE-ZATR-DISE-KTR63.001
 36-11-1-0780
 (4)G63076-A1031-BB-400
 Hoja 2+
 5 Hi.

A	B	C	D	E	F
	LOCALIZADOR DE FALLAS		FUNCION SOBRECORRIENTE DIRECCIONAL NNEUTRO		COMPUERTA "AND"
	SISTEMA DE AUTOMATIZACION DE SUBESTACION		EMISION DISPARO DIRECTO		COMPUERTA "OR"
	CENTRAL TELEFONICA		RECEPCION DISPARO DIRECTO		ENTRADA NEGADA
	FUNCION SUPERVISION DEL CIRCUITO DE DISPARO		DISPARO TRANSFERIDO CON PERMISIVO PARA SOBREALANCE		CONECTOR RS 232
	FUNCION DISTANCIA		DISPARO TRANSFERIDO CON PERMISIVO PARA SUBALANCE		TECLADO ALFANUMERICO
	FUNCION VERIFICACION DE SINCRONISMO		PROTECCION DESBALANCE DE CORRIENTE		MODEM
	FUNCION SOBRECORRIENTE INSTANTANEO		REGULADOR AUTOMATICO DE TENSION		DISCO DURO
	FUNCION SOBRECORRIENTE TEMPORIZADO		INTERFAZ DE COMUNICACION		COMPARTIDOR DE PERIFERICOS
	FUNCION FALLA INTERRUPTOR		PUERTO DE COMUNICACION DB9		IMPRESORA
	FUNCION DIFERENCIAL BIBARRAS, T:TRANSFORMADOR, R:REACTOR		PUERTO DE COMUNICACION DB25		PANTALLA DE VIDEO A COLOR
	FUNCION SOBRETENSION		DESPLIEGUE LOCAL DE TIEMPO		
	FUNCION SUBTENSION		DISCO FLEXIBLE		
	FUNCION RECIERRE		MOUSE (RATON)		

<p>Proyecto: A031400 Libreria de Simbolos: 2:MS, 4:9090 Libreria de Simbolos: 1:EV6617 Libreria de Simbolos: 2:MS, 4:9090 Libreria de Simbolos: 1:EV6617</p>	<p>Version Eicad: 7.5.0 Archivo Diccionario: ALERA Archivo Diccionario: B5 Archivo Diccionario: C:PB_5, 6:1199</p>	<p>Fecha: 30.09.10 Diseñó: W. CASTANEDA Revisó: W. CASTANEDA</p>	<p>PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA DEL PERU S.A.Q PROYECTO ZAPALLAL - TRUJILLO 500/220kV SUBESTACION TRUJILLO 500/220 kV</p>	<p>Siemens</p>	<p>PE-ZATR-DISE-KTR63.001</p>	<p>B</p>	<p>B</p>	<p>Hoja 3+</p>	<p>5 Hi.</p>
<p>Revisión</p>	<p>Nota</p>	<p>Fecha</p>	<p>Nombre</p>	<p>Orden/Sust. a/Sust. por</p>	<p>Diagrama de circuito</p>	<p>41663076-A1031-BB-4.00</p>	<p>36-11-1-0780</p>	<p>PE-ZATR-DISE-KTR63.001</p>	<p>5 Hi.</p>

Revisión	Nota	Fecha	Nombre	Aprobado	R. FONSECA
1					
2					
3					

Fecha	30.09.10
Diseño	W. CASTANEDA
Revisó	W. CASTANEDA
Nombre	PROYECTO DE INFRAESTRUCTURA DEL PERU S.A.C
	PROYECTO ZAPALLAL - TRUJILLO 500/220kV
	SUBSTACION TRUJILLO 500/220 kV
Origen/Sust.	a/Sust...por

NOMBRE DEL CLIENTE Y PROYECTO	
Siemens	

TITULO DEL PLANO	
VER DETALLE 1	

NOMENCLATURA DE PLANOS	
PE-ZATR-DISE-KTR63.001	B
36-11-1-0780	(4)G63076-A1031-BB-400
Hoja 4	
5	

- CONSECUTIVO
- B - >=420kV ...
 - C - >=380kV...<420kV
 - D - >=230 kV...<380kV
 - E - >=110kV...<230 kV
 - F - >=60kV...<110kV
 - G - >=45kV...<60kV
 - H - >=30kV...<45kV
 - J - >=20kV...<30kV
 - K - >=10kV...<20kV
 - L - >=3kV...<10kV
 - M - >=1kV...<3kV
 - NA - 500 - 1000VCA
 - NE - 480/277VCA
 - NF - 380/220VCA
 - NG - 220/127VCA 6 208/120VCA
 - NK - 220 a 110VCC
 - NQ - 60 a 48VCC

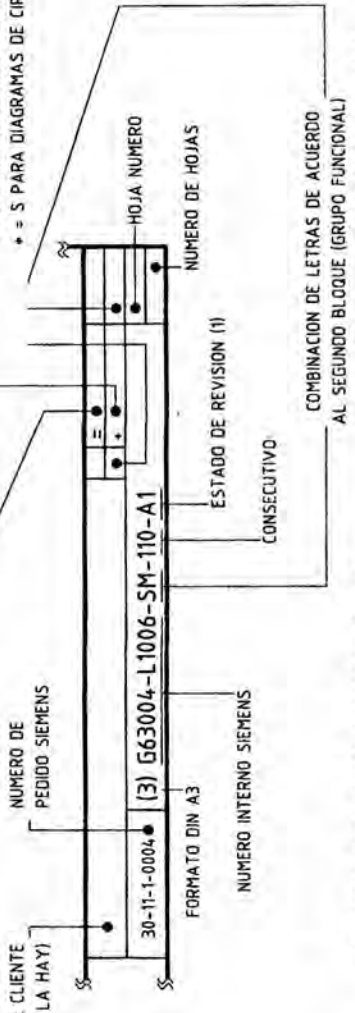
- CONSECUTIVO
- H - CELDA DE MEDIA TENSION
 - J - CELDA DE MEDIA TENSION
 - K - CELDA DE MEDIA TENSION
 - L - CELDA DE MEDIA TENSION
 - N - TABLEROS DE BAJA TENSION
 - P - PUPITRES
 - Q - TABLEROS DE MEDIDA
 - R - TABLEROS DE PROTECCION
 - S - CAJAS DE BAJA TENSION O KIOSCOS
 - T - CAJAS DE CONTROL TRANSFORMADOR
 - U - TABLEROS DE REGULACION
 - W - TABLEROS DE CONTROL
 - X - CONCENTRADORES DE SEÑALES
 - Y - TABLEROS TELECOMUNICACIONES

- CONSECUTIVO
- A - PORTADA
 - AB - LISTA DE PLANOS
 - B - EXPLICATIVOS
 - BB - UNIFILARES
 - BC - DISPOSICION FISICA
 - D - DISTRIBUCION AUXILIARES AC
 - E - DISTRIBUCION AUXILIARES DC
 - M - CONTROL
 - N - PROTECCION
 - R - ALARMAS, SEÑALIZACIONES
 - S - CIRCUITOS DE CORRIENTES Y TENSIONES
 - U - REGULACION DE TENSION, SINCRONIZACION
 - X - CONEXION FIBRA OPTICA
 - Z - ESQUEMATICOS EN GENERAL
 - ZA - ESQUEMATICOS INTERRUPTORES
 - ZB - ESQUEMATICOS SECCIONADORES
 - ZM - ESQUEMATICOS EQUIPO DE CONTROL
 - ZN - ESQUEMATICOS EQUIPO DE PROTECCION
 - ZR - ESQUEMATICOS EQUIPO ALARMAS, SEÑALIZACION
 - ZS - ESQUEMATICOS TRANSFORMADORES DE MEDIDA
 - ZU - ESQUEMATICOS EQUIPOS DE REGULACION
 - ZX - ESQUEMATICOS EQUIPOS AUXILIARES
 - ZY - ESQUEMATICOS EQUIPOS AUXILIARES (ADICIONALES)
 - ZZ - ESQUEMATICOS EQUIPOS AUXILIARES (ADICIONALES)
 - V B - HOJA EXPLICATIVA DE BORNES
 - V X - LISTAS DE BORNES
 - V YC - LISTAS DE CONEXIONADO INTERNO (CELDA)
 - V YP - LISTAS DE CONEXIONADO INTERNO (PUERTA)
 - X L - LISTAS DE MULTICONDUCTORES
 - X W - LISTAS DE CONEXION DE MULTICONDUCTORES

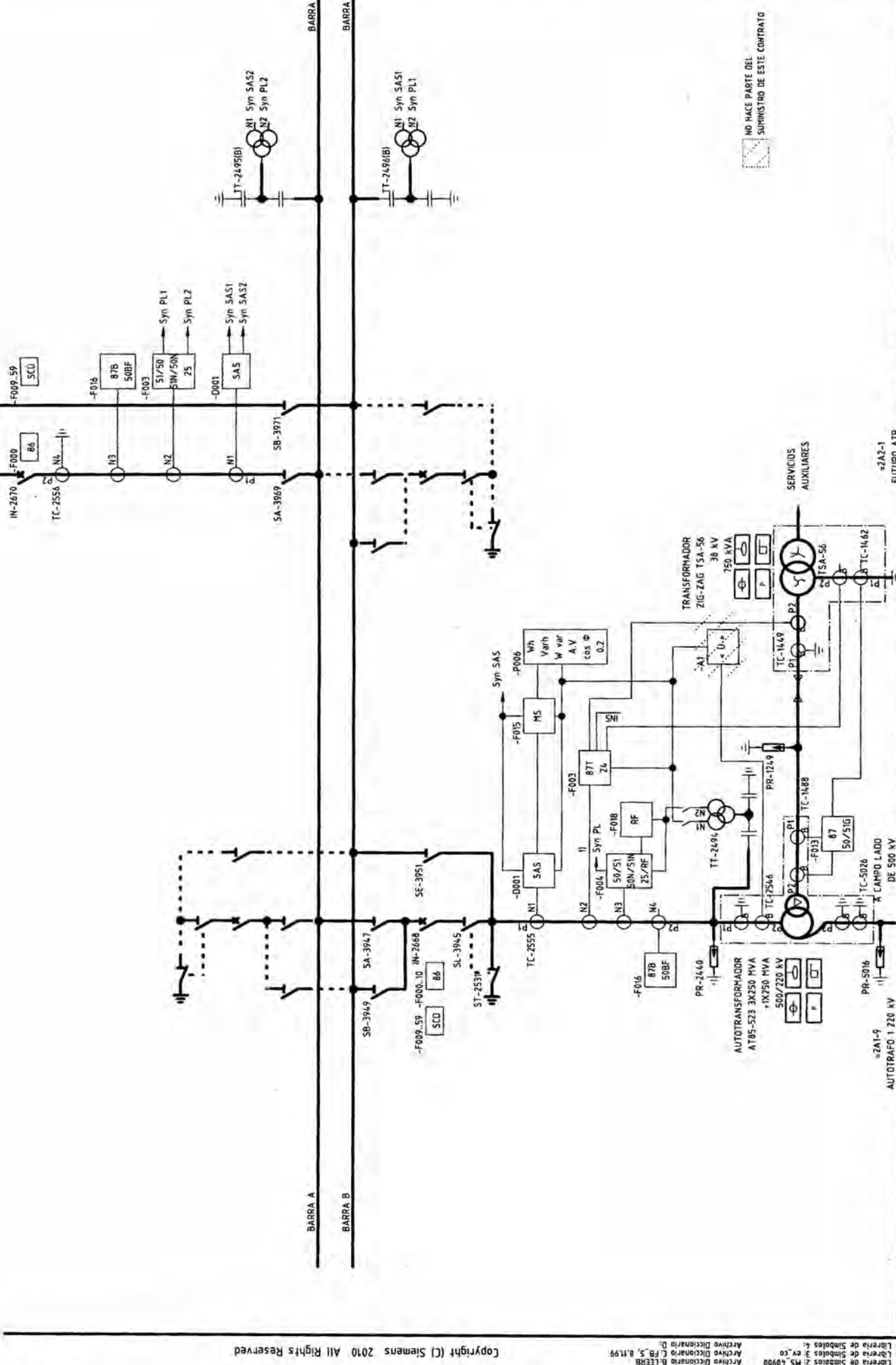
- CONSECUTIVO
- A - GRUPOS, COMBINACION DE APARATOS
 - B - SENSORES
 - C - CONDENSADORES
 - D - ELEMENTOS BINARIOS, MEMORIAS
 - E - ALUMBRADOS Y CALEFACTORES
 - F - EQUIPOS DE PROTECCION
 - G - GENERADORES, FUENTES DE ALIMENTACION
 - H - SEÑALIZACION
 - K - RELES AUXILIARES, CONTACTORES
 - L - INDUCTANCIAS
 - M - MOTORES
 - N - AMPLIFICADORES
 - P - APARATOS DE MEDIDA
 - Q - INTERRUPTORES, SECCIONADORES
 - R - RESISTENCIAS
 - S - SELECTORES, PULSADORES
 - T - TRANSFORMADORES
 - U - REGULADORES, TRANSDUCTORES
 - V - SEMICONDUCTORES
 - W - CABLES
 - X - BORNES, ENCHUFES
 - Y - ACCIONAMIENTOS MECANICOS
 - Z - VARIOS

(NUMERO DEL EQUIPO)

DETALLE 1

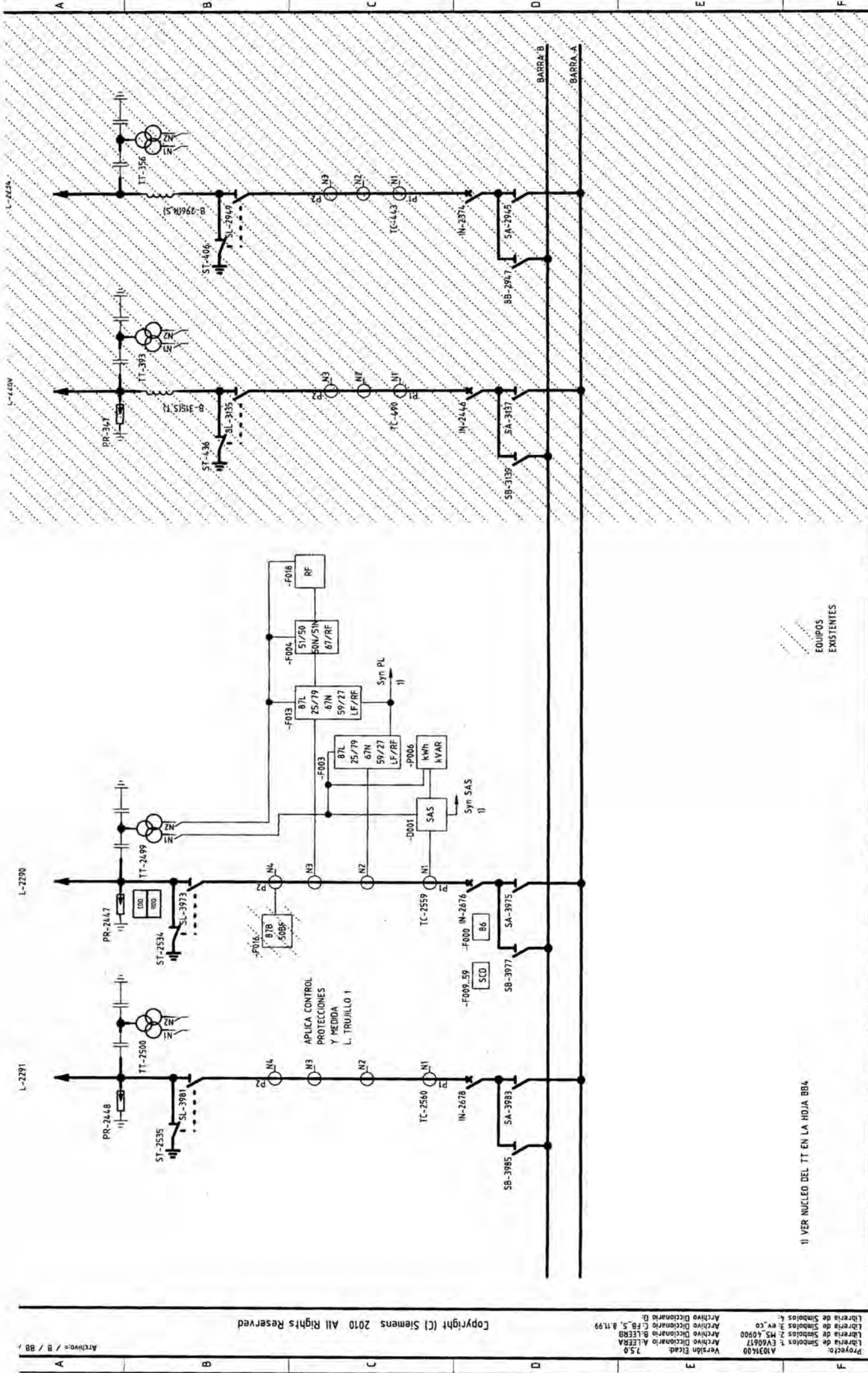


* = B PARA UNIFILARES Y DIAGRAMAS DE PRINCIPIO
 ** = S PARA DIAGRAMAS DE CIRCUITO



NO HACE PARTE DEL
SUMINISTRO DE ESTE CONTRATO

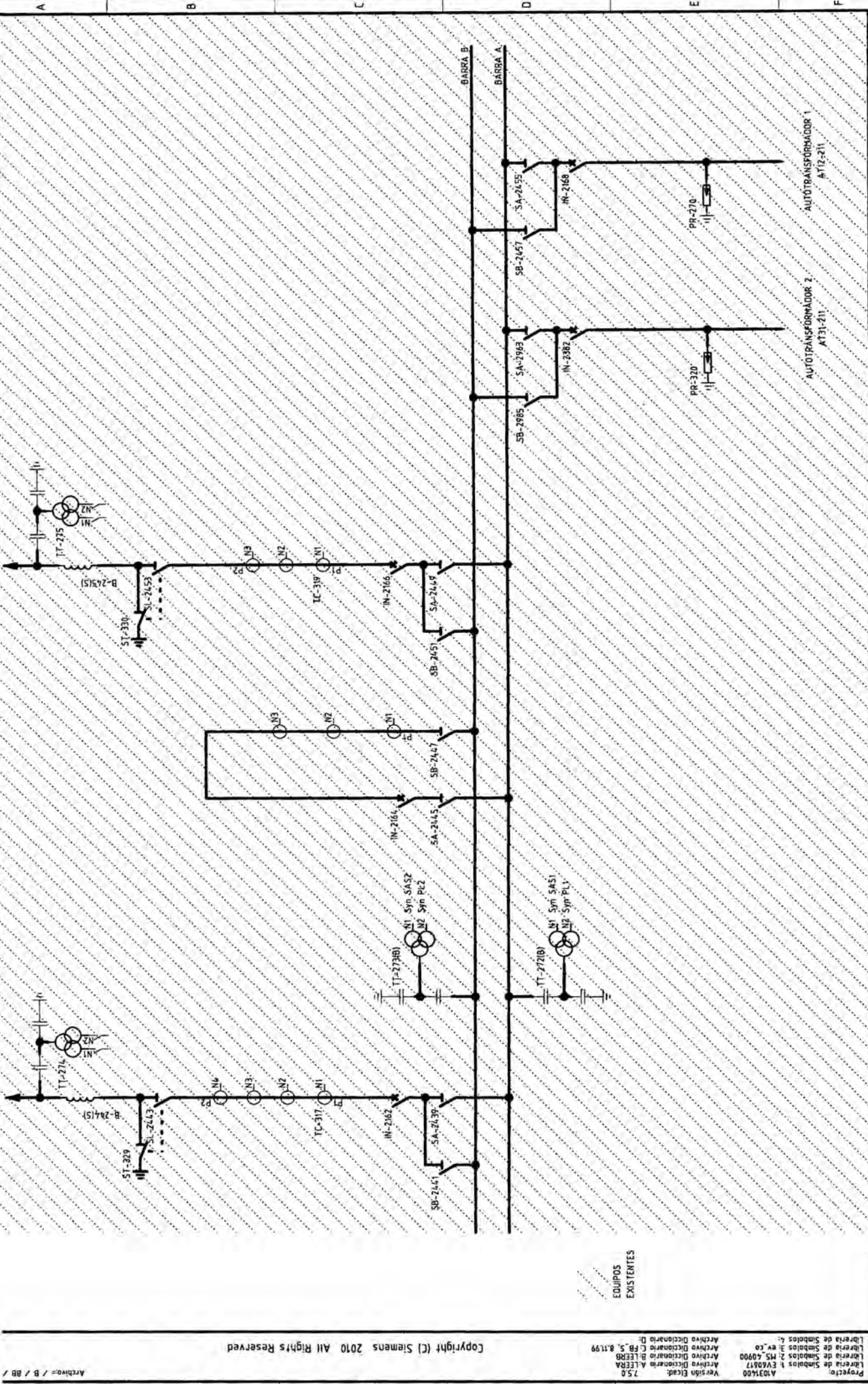
<p>Proyecto: A1031000 Librería de Símbolos: MS_40900 Archivo Diccionario: A.LCERA Versión Símbolos: 7.5.0</p>	<p>Fecha: 30.09.10 Diseño: W. CASTANEDA Revisión: W. CASTANEDA Fecha: 18.11.10</p>	<p>Proyecto: 30.09.10 Diseño: W. CASTANEDA Revisión: W. CASTANEDA Fecha: 18.11.10</p>	<p>PROYECTO DE INFRAESTRUCTURA DEL PERU S.A.C PROYECTO ZAPALLAL - TRUJILLO 500/220kV SUBESTACION TRUJILLO 500/220 kV Origen/Sust.: a/Sust..._por</p>	<p>Siemens</p>	<p>DISEÑO BASICO DIAGRAMA UNIFILAR TRUJILLO 220 kV Diagrama Unifilar General</p>	<p>PE-ZATR-DISE-KTR63.001</p>	<p>B</p>	<p>BB</p>	<p>Hoja 2+</p>	<p>8 HI.</p>
---	--	---	--	----------------	--	-------------------------------	----------	-----------	----------------	--------------



1) VER NUDO DEL TT EN LA HOJA BB4

EQUIPOS EXISTENTES

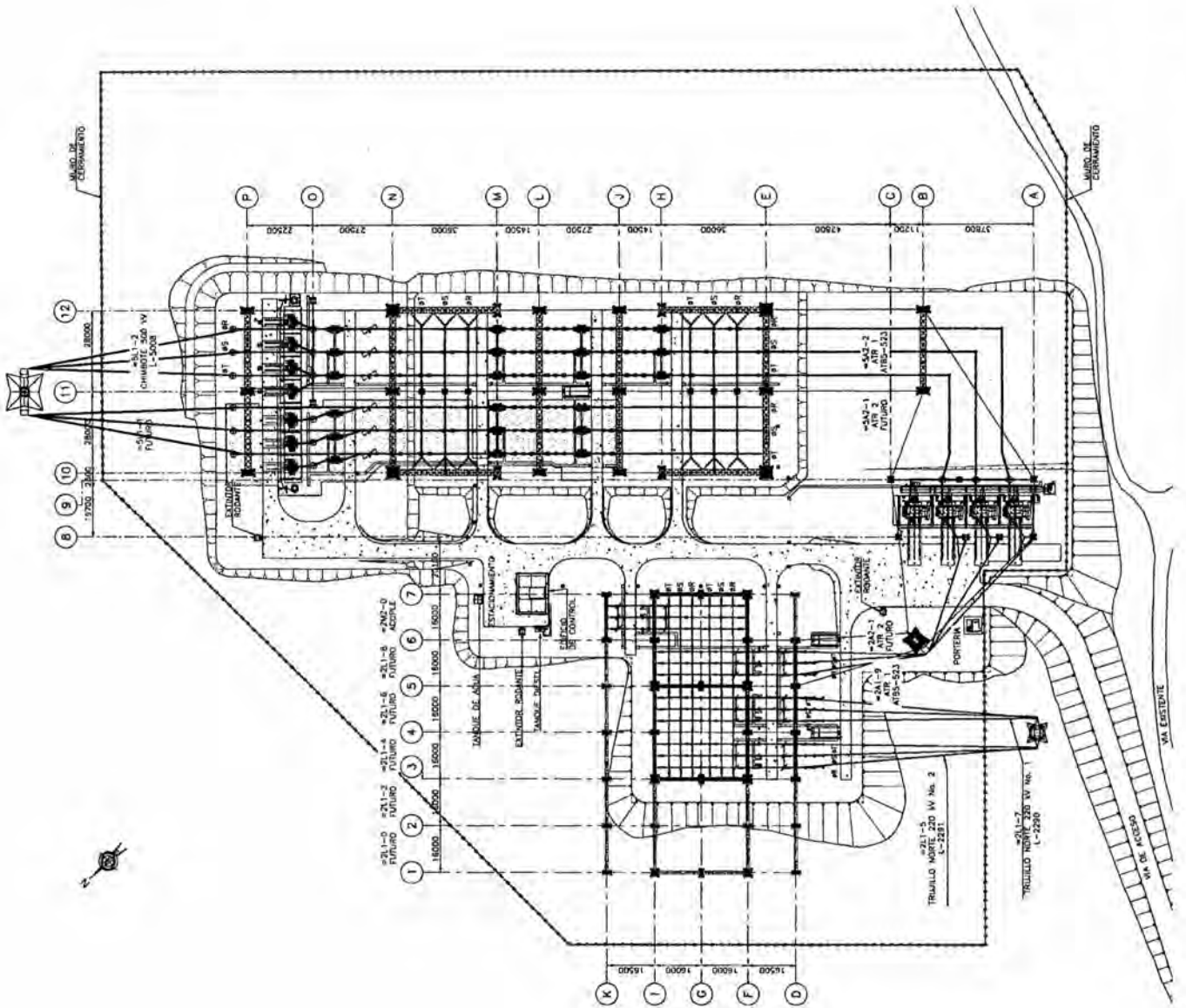
Proyecto: A1031400 Versión Etad: 7.50 Archivo Direccion: A.LEERA Archivo Direccion: B.LEERA Archivo Direccion: C.TB, S. A.1199 Archivo Direccion: D. Archivo Direccion: E. Archivo Direccion: F. Archivo Direccion: G. Archivo Direccion: H.	Fecha: 30.09.10 W.C: Diseñó W. CASTANEDA J.B: Revisó W. CASTANEDA Fecha: 18.02.11 Nomb/Aprob: R.FONSECA Fecha: 18.02.11 Nomb/Aprob: R.FONSECA	PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA DEL PERU S.A.Q PROYECTO ZAPALLAL - TRUJILLO 500/220kV SUBSTACION TRUJILLO 500/220 kV Origen/Sust. a/Sust. por	DISEÑO BASICO DIAGRAMA UNIFILAR TRUJILLO NORTE REP 220 KV Diagrama Unifilar General	PE-ZATR-DISE-KTR63.001 BARRA B BARRA A	BARRA B BARRA A
Revisión: A1 Fecha: 18.02.11 Nomb/Aprob: R.FONSECA	Revisión: A2 Fecha: 18.02.11 Nomb/Aprob: R.FONSECA	Revisión: A3 Fecha: 18.02.11 Nomb/Aprob: R.FONSECA	Revisión: A4 Fecha: 18.02.11 Nomb/Aprob: R.FONSECA	Revisión: A5 Fecha: 18.02.11 Nomb/Aprob: R.FONSECA	Revisión: A6 Fecha: 18.02.11 Nomb/Aprob: R.FONSECA



EQUIPOS EXISTENTES

Anexo 3

Planos Electromecánicos de la Subestación Trujillo Nueva



- CONDICIONES:**
- SUMINISTRO
 - - - FUTURO
 - ALMANCE DEL PROTECTOR TRIANGULO DIAGONAL
 - VA EN PAVIMENTO ASFALTICO
 - CERRAMIENTO EN MURO PERIMETRAL

- NOTAS:**
1. TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN DADAS EN METROS.
 2. CARACTERISTICAS DE LA SUBSTACION:
 - H.S.M.M.: 105 m.
 - TENSIONES DEL SISTEMA UN/JIN Y NIVELES DE AGUANTE:
 - 400 KV/500 KV, UN-1850 KV, S.M.L-1175 KV Y P.V.M-820 KV.
 - 115 KV/132 KV, UN-950 KV Y P.V.M-230 KV.
 - 33 KV/35 KV, UN-170 KV Y P.V.M-70 KV.
 - NIV. DE COTERMINADO 500 KV 40 44
 - NIV. DE COTERMINADO 115 KV 40 44
 - NIV. DE COTERMINADO 33 KV 25 54
 3. LAS DISTANCIAS MINIMAS FACE-TERRA Y FACE-FACE SON:
 - SUBSTACION 230 KV, 21 m.
 - PUNTA-ESTRUCTURA 21 m.
 - CONDUCTOR-CONDUCTOR 21 m.
 - SUBSTACION 500 KV, 21 m.
 - PUNTA-ESTRUCTURA 21 m.
 - CONDUCTOR-CONDUCTOR 4,2 m.
 - TENSION 115 KV, 1,1 m.
 - CONDUCTOR-ESTRUCTURA 1,1 m.
 - CONDUCTOR-CONDUCTOR 0,32 m.
 - TENSION 33 KV, 1,1 m.
 - CONDUCTOR-ESTRUCTURA 0,32 m.
 - CONDUCTOR-CONDUCTOR 0,33 m.

4. EL CONDUCTOR DE FASE ES:
 - SUBSTACION 230 KV, CABLE CODIGO COMSEP 2000 ICA, 1010 mm² (2 COND/FASE).
 - SUBSTACION 500 KV, CABLE CODIGO COMSEP 2000 ICA, 1010 mm² (2 COND/FASE).
 - TRUJILLO NOROCCIDENTAL NO. 2, CAMPO ATR Y SECCIONADOR E INTERRUPTOR EN PASOS DE VA; BARRA TRUJILLO DE ALUMINIO 8 63/47 mm PARA CONTRAHECHOS EN SECCIONES DE BARRAS.
5. EL CABLE DE GUANDA ES ASCE/AW DOTTEREL 12 x 7 #15,418 mm.
6. LA VERA EN PLANO, ESTALAMAS DE SUBSTACION 230 KV 60 x 60 x 2 + VERA EN PLANO. DETALLADA DE SUBSTACION 500 KV EN HOJA 7 DE ESTE PLANO.
7. PARA EL MONTAJE DE LAS ESTRUCTURAS DE SOPORTE PARA EQUIPOS Y PORTICOS SE DEBE CONSIDERAR LOS PLANOS DE TALLER CORRESPONDIENTES.
8. VER DETALLES DE AMPLIAMIENTO EN HOJA 16 DE ESTE PLANO.

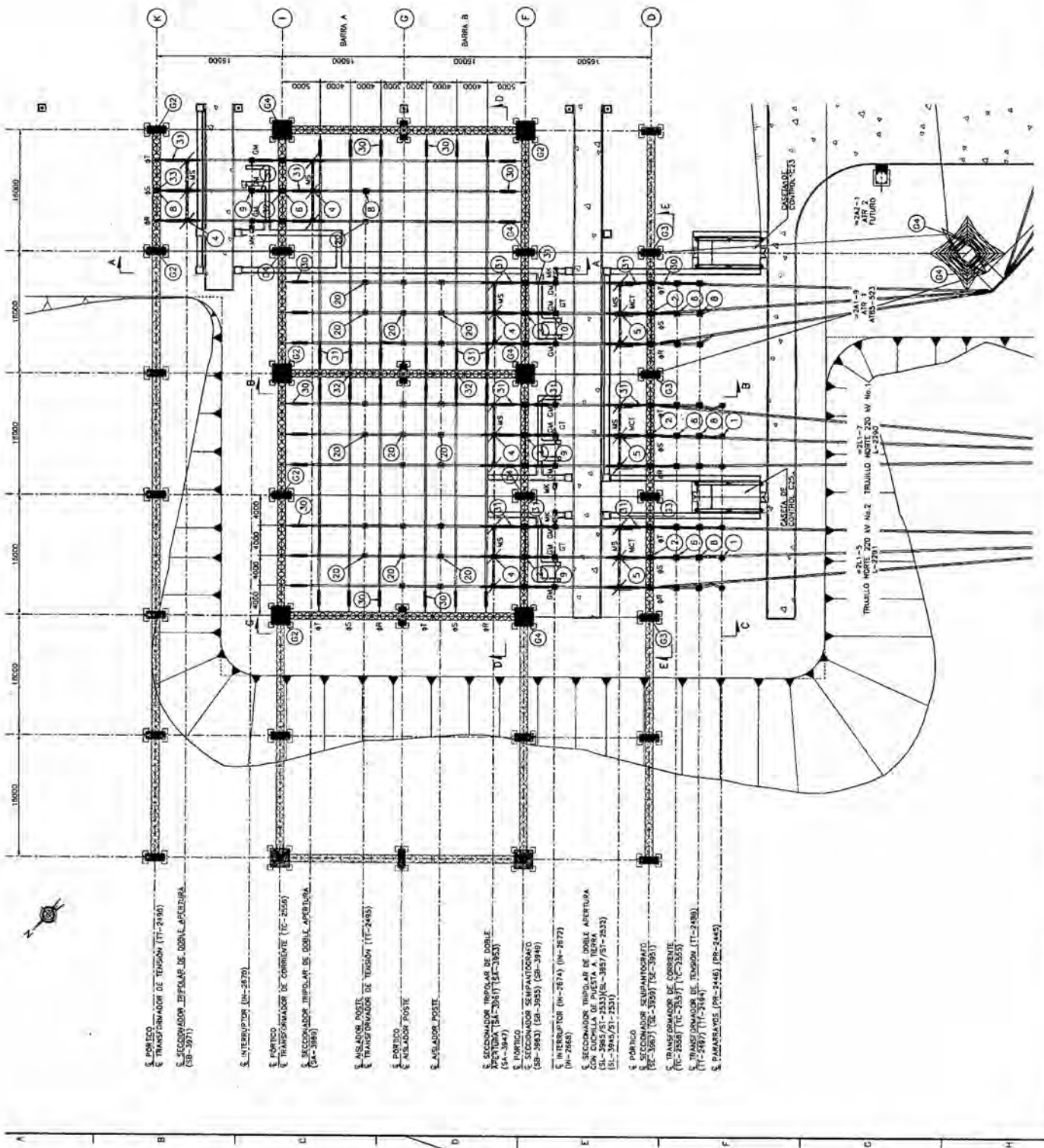
VALIDO PARA COTIZACION

ISA TRANSMANTANO
 INGENIERIA DE INVESTIGACIONES SA DE CV S.A. DE CV

PROYECTO: ZAPALLA - TRUJILLO
 SUBSTACION TRUJILLO 230 KV/ 500 KV
 PLANTA GENERAL

FECHA	ELABORADO	REVISADO	APROBADO

FE-230V-105-RTB3.08H



- 1. PONLEO
- 2. TRANSFORMADOR DE TENSION (TT-2186)
- 3. SECCIONADOR TRIPOLAR DE DOBLE APERTURA (SA-3971)
- 4. INTERRUPTOR (IN-2879)
- 5. FORTICO
- 6. TRANSFORMADOR DE CORRIENTE (TC-2550)
- 7. SECCIONADOR TRIPOLAR DE DOBLE APERTURA (SA-3965)
- 8. ANSADOR POSIT.
- 9. TRANSFORMADOR DE TENSION (TT-2485)
- 10. FORTICO
- 11. REGULADOR POSIT.
- 12. REGULADOR POSIT.
- 13. SECCIONADOR TRIPOLAR DE DOBLE APERTURA (SA-3967) (TC-2853)
- 14. FORTICO
- 15. SECCIONADOR SEMIAPERTADO (SA-3983) (SA-3985) (SA-3949)
- 16. INTERRUPTOR (IN-2874) (IN-2877) (IN-2885)
- 17. SECCIONADOR TRIPOLAR DE DOBLE APERTURA (SA-3967) (TC-2853)
- 18. FORTICO
- 19. SECCIONADOR TRIPOLAR DE DOBLE APERTURA (SA-3965) (SA-3967) (TC-2853)
- 20. FORTICO
- 21. SECCIONADOR SEMIAPERTADO (SA-3983) (SA-3985) (SA-3949)
- 22. INTERRUPTOR (IN-2874) (IN-2877) (IN-2885)
- 23. SECCIONADOR TRIPOLAR DE DOBLE APERTURA (SA-3967) (TC-2853)
- 24. FORTICO
- 25. SECCIONADOR TRIPOLAR DE DOBLE APERTURA (SA-3965) (SA-3967) (TC-2853)
- 26. TRANSFORMADOR DE TENSION (TT-2186)
- 27. PARAMBRAYES (PR-2145) (PR-2145)

- CONVENIONES:
- SUMINISTRO FUTURO
 - VA EN PAVIMENTO ASFALTICO
 - CERRAMIENTO EN MURO PERIMETRAL
 - GABINETE DE AJUSTAMIENTO
 - GABINETE MANDO TRIPOLAR INTERRUPTOR
 - GABINETE MANDO TRIPOLAR INTERRUPTOR
 - MANDO TRIPOLAR SECCIONADOR
 - MANDO TRIPOLAR CUPLIA DE PUERTA A TIERRA
- ME: MANDO DE AJUSTAMIENTO
 DM: GABINETE MANDO TRIPOLAR INTERRUPTOR
 MI: GABINETE MANDO TRIPOLAR INTERRUPTOR
 MCT: MANDO TRIPOLAR CUPLIA DE PUERTA A TIERRA

- NOTAS:
1. TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN DADAS EN MILIMETROS.
 2. VER NOTAS GENERALES EN HOJA 1 DE ESTE PLANO.
 3. VER CORTES PARA SUBSTACION 220 W EN HOJAS 3 Y 4 DE ESTE PLANO.
 4. VER DETALLES DE CONEXION DE SECCIONADOR SEMIAPERTADO PARA SUBSTACION 220 W EN HOJA 5 DE ESTE PLANO.
 5. LA UBICACION DE GABINETES DE CONTROL DE INTERRUPTORES Y SECCIONADORES SERA LA INDICADA EN ESTE PLANO.
 6. EL MONTAJE DE ESTRUCTURAS DE EQUIPOS SE REALIZARA TENIENDO EN CUENTA LOS REQUERIMIENTOS PARA UBICACION DE LOS GABINETES DE CONTROL, DE ACUERDO CON LO INDICADO EN ESTE PLANO.
 7. LA CADENA DE AJUSTADORES Y CONEXION DE CABLE DE GUARDIA PARA LLEGADA DE LINEAS ES SUMINISTRADA POR EL PROYECTO DE LA LINEA.
 8. SE TIENEN EN CUENTA LAS CONDICIONES DE MANDO SINCRONIZADO AL MANDO TRIPOLAR.
 9. LOS PUNTO DE MANDO SERAN SEÑALADOS CON LOS NUMEROS 10 CORRESPONDIENTE A LOS PUNTO DE MANDO CON LOS SIGUIENTES PRECEDENTES: EN EL CASO DE MATERIALES (OCUPANDO W TC-2186-02-0186-001).

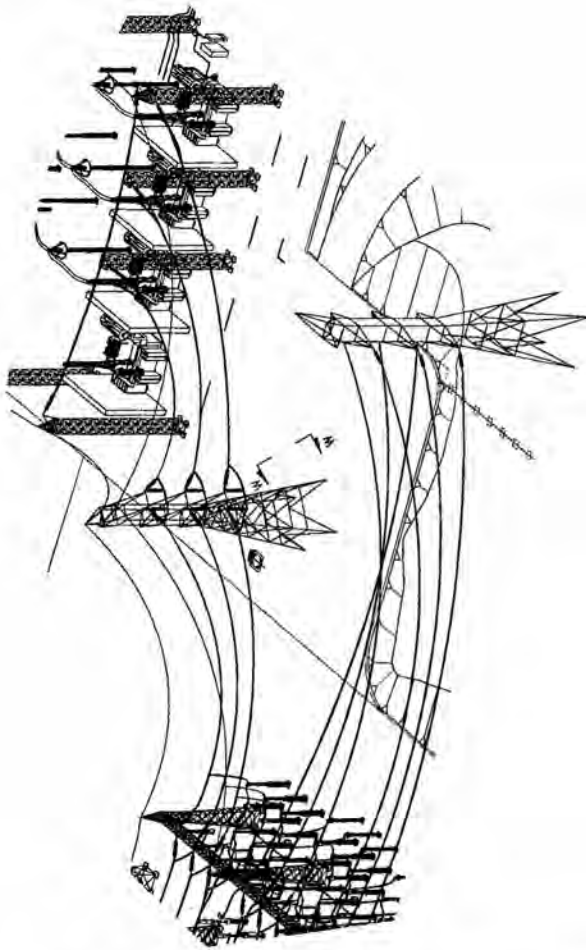
VÁLIDO PARA COTIZACIÓN

ISA INGENIERIA
 PROYECTOS DE INGENIERIA DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS

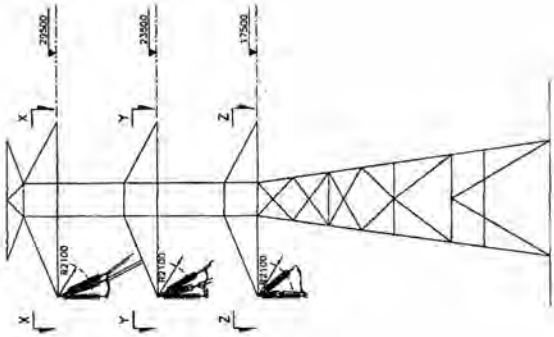
PROYECTO: ZAPALLA - TRUJILLO
 SUBSTACION TRUJILLO 220 W / 200 W
 PLANTA DETALLADA 220 W

FECHA	DESCRIPCION	ELABORADO	REVISADO

ESCALA: 1:100
 HOJA: 10 DE 10



ISOMÉTRICO
DE TORRE DE TRANSFERENCIA



CORTE W-W
CONEXIONES EN TORRE
DE TRANSFERENCIA



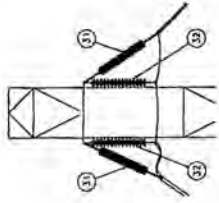
SECCIÓN X-X



SECCIÓN Y-Y



SECCIÓN Z-Z



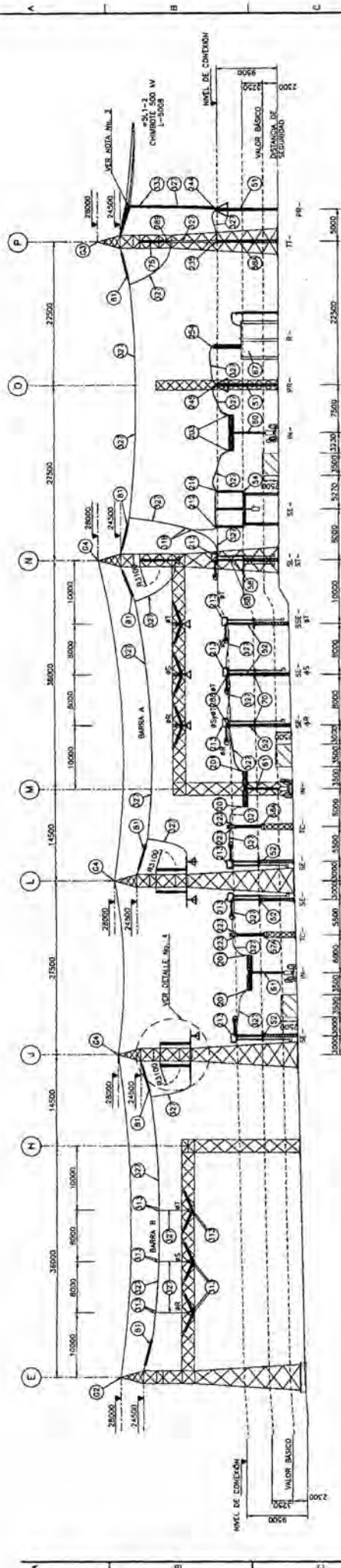
DETALLE
CONEXIONES EN TORRE
DE TRANSFERENCIA

NOTAS

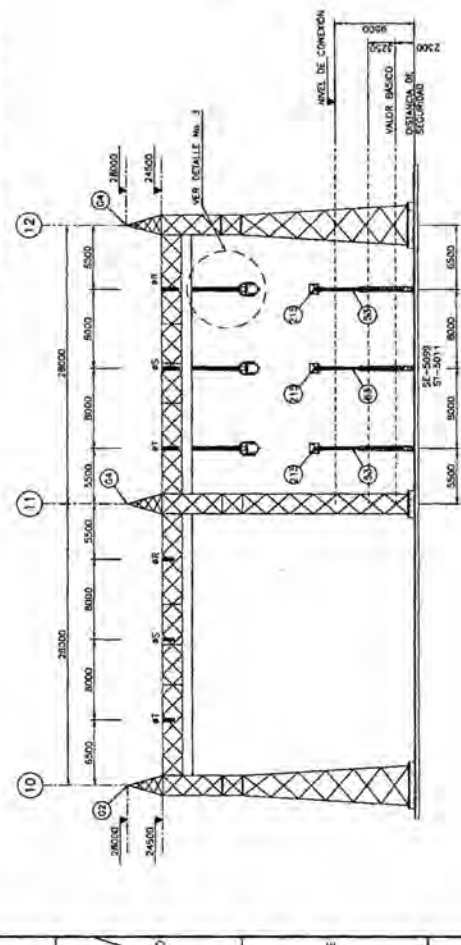
1. TOMAS LAS DIMENSIONES ESTÁN DADAS EN MILÍMETROS.
2. VER NOTAS GENERALES EN HOJA 1 DE ESTE PLANO.

VÁLIDO PARA COTIZACIÓN

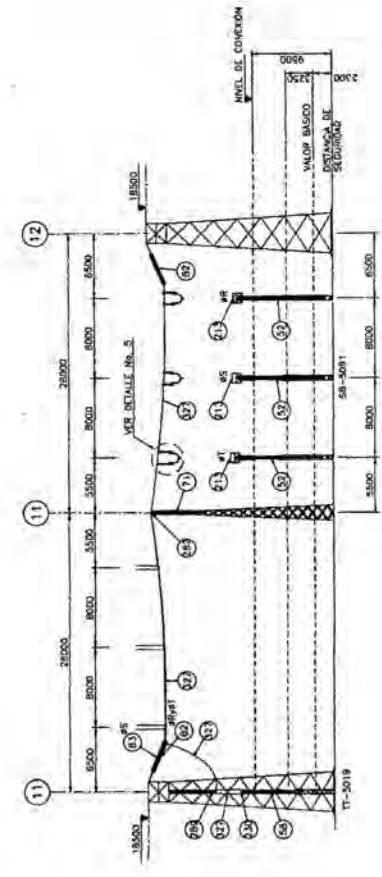
PROYECTO DE INVERSIÓN EN ENERGÍA ELÉCTRICA		PROYECTO ZAPALLA - TRUJILLO	
SUBSTACIÓN TRUJILLO 220 kV / 500 kV		CORTES 220 kV	
ESCALA: 1:100		FECHA: 10/08/2010	
AUTORIZADO:		ELABORADO:	
REVISADO:		APROBADO:	
DISEÑADO:		VERIFICADO:	
CALCULADO:		CONTROLADO:	
COTIZADO:		EMITIDO:	
IMPRESO:		CANTIDAD:	
TOTAL:		VALOR:	



SECCION H-H



SECCION I-I



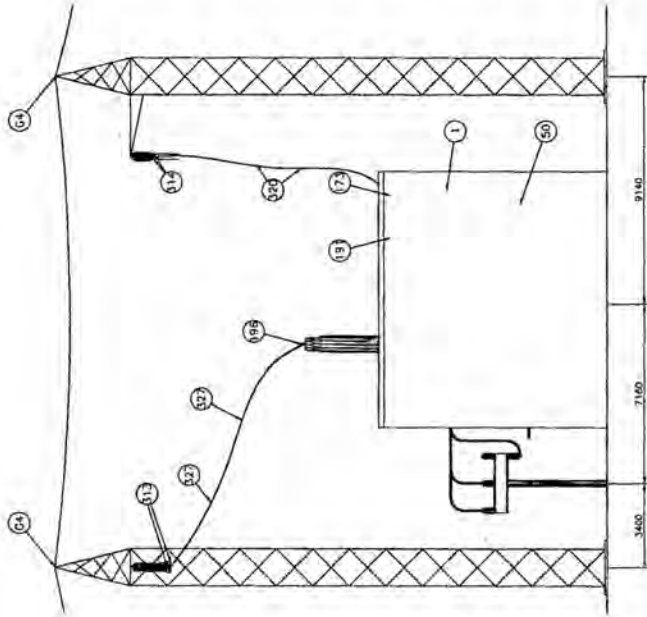
SECCION J-J

CONEXIONES:
 ZONA DE CIRCULACION VEHICULAR

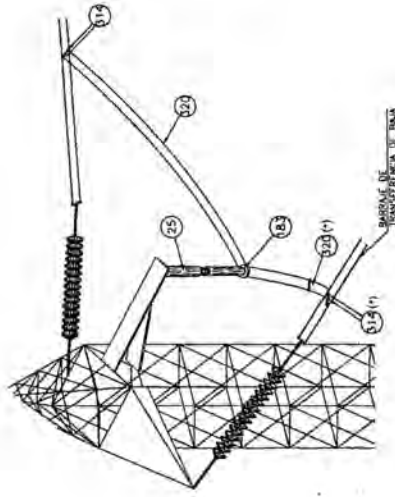
- NOTAS:
1. TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN DADAS EN MILIMETROS.
 2. VER NOTAS GENERALES EN HOJA 1 DE ESTE PLANO.
 3. LAS CARRANES DE AJUSTES DE LIGERA A LOS PERFILES DE LINEA SON SUJETOS DEL CONTRATISTA DE LA LINEA.
 4. SE INSTALARA GABINETE TROPICAL CON MANDO SINCRONIZADO A LOS INTERRUPTORES SEÑALADOS CON LOS NUMEROS 1 Y 2 CORRESPONDEN AL TIPO JAP71-1.
 5. LOS INTERRUPTORES SEÑALADOS CON LOS NUMEROS 3 Y 4 CORRESPONDEN AL TIPO JAP31-2.
 6. EL INTERRUPTOR SEÑALADO CON EL NUMERO 5 CORRESPONDE AL TIPO JAP31-2.

VALIDO PARA COTIZACION

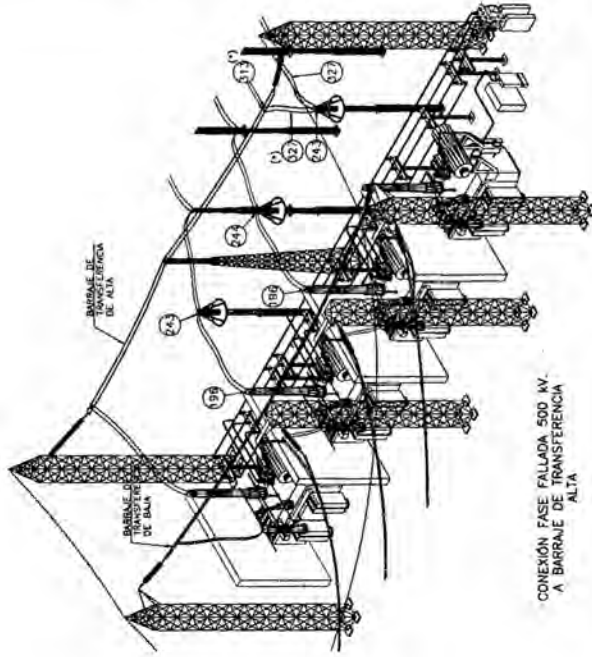
		PROYECTO ZAPALLAL - TRAVAJALO SUBSTACION TRAVAJALO 270 KV / 500 KV CARRANES DE AJUSTE DE LIGERA	
PLAN:	ESCALA:	FECHA:	HOJA:
1. 11-20-21 CARRANES AJUSTES DE LIGERA	2. 11-20-22 CARRANES AJUSTES DE LIGERA	3. 11-20-23 CARRANES AJUSTES DE LIGERA	4. 11-20-24 CARRANES AJUSTES DE LIGERA
5. 11-20-25 CARRANES AJUSTES DE LIGERA	6. 11-20-26 CARRANES AJUSTES DE LIGERA	7. 11-20-27 CARRANES AJUSTES DE LIGERA	8. 11-20-28 CARRANES AJUSTES DE LIGERA
9. 11-20-29 CARRANES AJUSTES DE LIGERA	10. 11-20-30 CARRANES AJUSTES DE LIGERA	11. 11-20-31 CARRANES AJUSTES DE LIGERA	12. 11-20-32 CARRANES AJUSTES DE LIGERA



CONEXIÓN UNIDAD DE RESERVA
ATR A BARRAJE DE
TRANSFERENCIA
BAJA



CONEXIÓN FASE FALLADA 220 KV.
A BARRAJE DE TRANSFERENCIA
BAJA



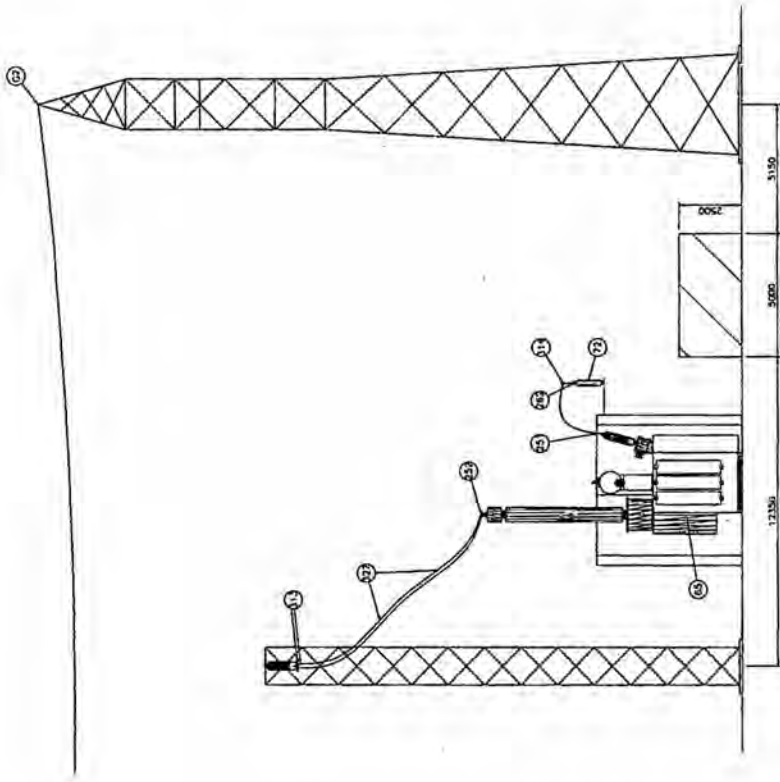
CONEXIÓN FASE FALLADA 500 KV.
A BARRAJE DE TRANSFERENCIA
ALTA

NOTAS:

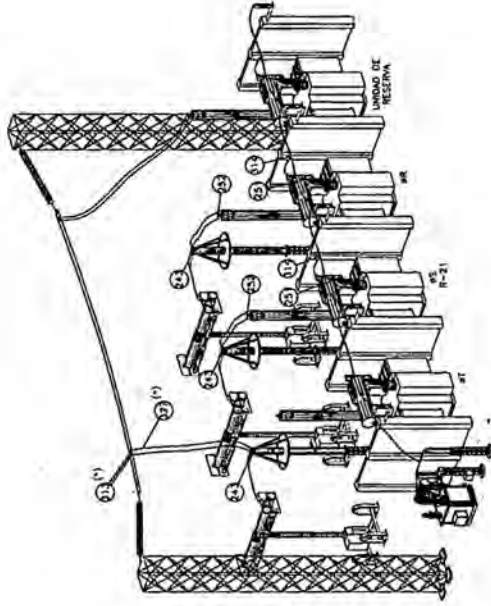
1. VER NOTAS GENERALES EN HOJA 1 DE ESTE PLANO.
2. LAS CONEXIONES ENTRE EQUIPOS SON CON DOBLE CONDUCTOR.
3. LA CONEXIÓN DE LA UNIDAD DE RESERVA ATR A LOS BARRAJES DE TRANSFERENCIA ES PERMANENTE.
4. PARA LA CONEXIÓN DE LA FASE FALLADA A LOS BARRAJES DE TRANSFERENCIA SE DEBEN PREVER EN LA SUBESTACIÓN, LOS ELEMENTOS MENCIONADOS CON (*). LA LONGITUD DE LA CONEXIÓN ES:
-220 KV: 8802 mm.
-500 KV: 8000 mm.

VÁLIDO PARA COTIZACIÓN

		PROYECTO EMPALME - TRUJILLO SUBESTACIÓN TRUJILLO 220 KV/ 500 KV CORTE 300 M	FECHA: 01/07/2011 HOJA: 01
	PROYECTO DE IMPLEMENTACIÓN DE UNIDAD DE RESERVA	FECHA: 01/07/2011 HOJA: 01	FECHA: 01/07/2011 HOJA: 01
NOMBRE:	DISEÑADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
CANTIDAD:	ESCALA:	MATERIAL:	OBSERVACIONES:
N.º DE DISEÑO:	N.º DE HOJA:	N.º DE PLANOS:	N.º DE HOJAS:
N.º DE PLANOS:	N.º DE HOJAS:	N.º DE PLANOS:	N.º DE HOJAS:



CONEXIÓN UNIDAD DE REACTOR DE RESERVA A BARRAJE DE TRANSFERENCIA ALTA



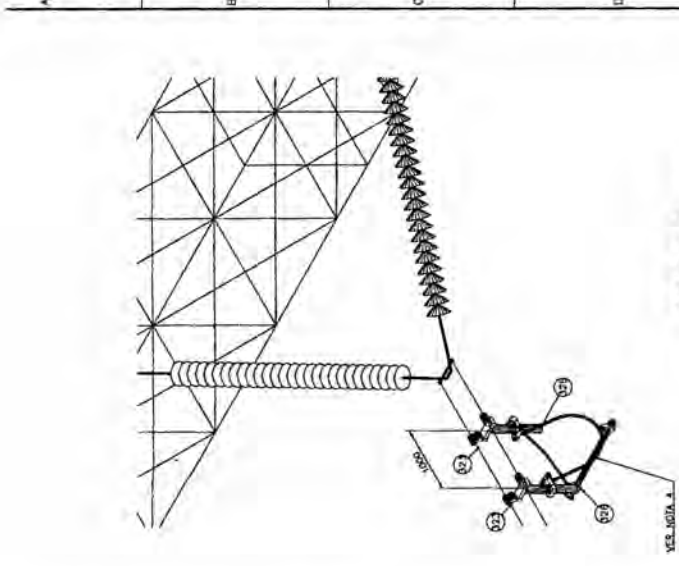
CONEXIÓN FASE FALLADA 500 kV A BARRAJE DE TRANSFERENCIA ALTA

NOTAS:

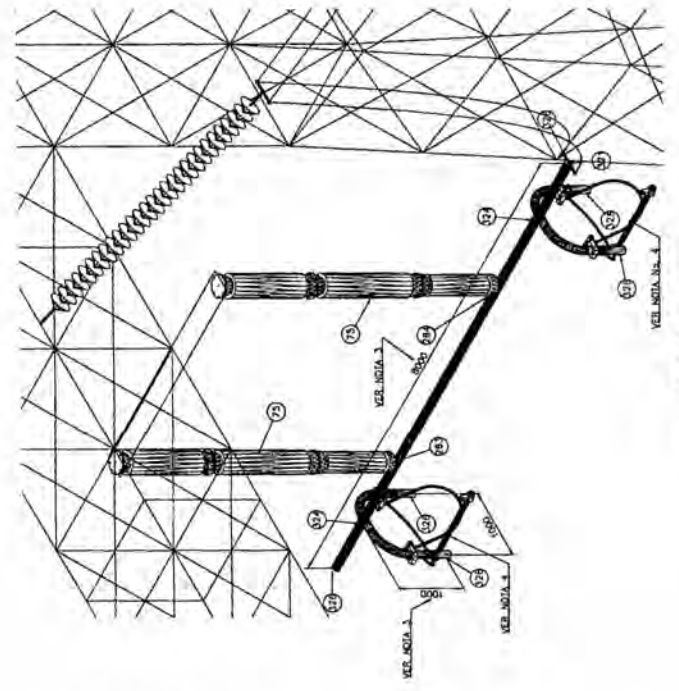
1. VER NOTAS GENERALES EN HOJA 1 DE ESTE PLANO.
2. LAS CONEXIONES ENTRE EMPUJOS SON CON DOBLE CONDUCTOR.
3. LA CONEXIÓN DE LA UNIDAD DE REACTOR DE RESERVA A LOS BARRAJES DE TRANSFERENCIA ES PERMANENTE.
4. PARA LA CONEXIÓN DE LA FASE FALLADA A LOS BARRAJES DE TRANSFERENCIA SE DEBEN PREVER EN LA SUBESTACIÓN, LOS ELEMENTOS MARCADOS CON (*) LA LONGITUD DE LA CONEXIÓN ES:
-500 V: 1080 mm.

VÁLIDO PARA COTIZACIÓN

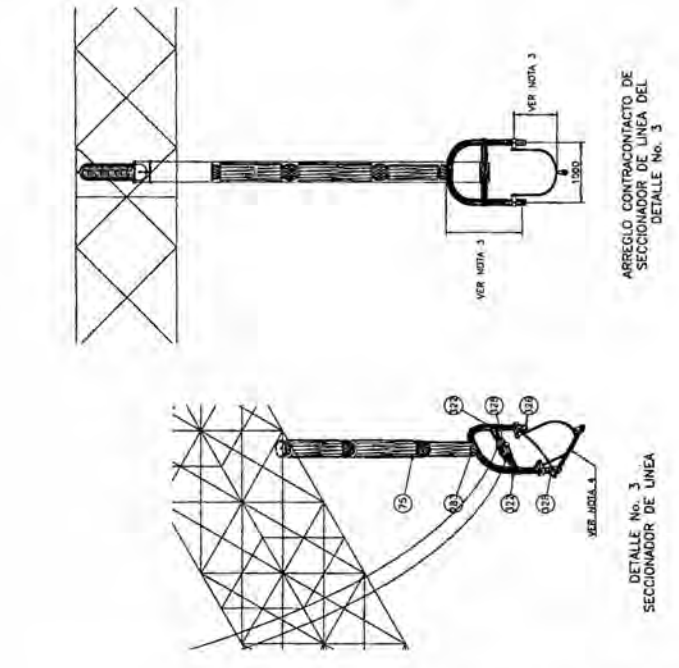
		PROYECTO: ZAPALLA - TRUJILLO SUBESTACIÓN: TRUJILLO 230 kV / 500 kV CORTES: 500 kV	
INGENIERÍA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA		FECHA: 01/05/2010 ESCALA: 1:100	
AUTORIZADO:		REVISADO:	
DISEÑADO:		VERIFICADO:	
ELABORADO:		APROBADO:	
TÍTULO:		CANTIDAD:	
OBSERVACIONES:		OBSERVACIONES:	



DETALLE No. 5
CONTRACONTACTO SECCIONADOR
DE BARRAS

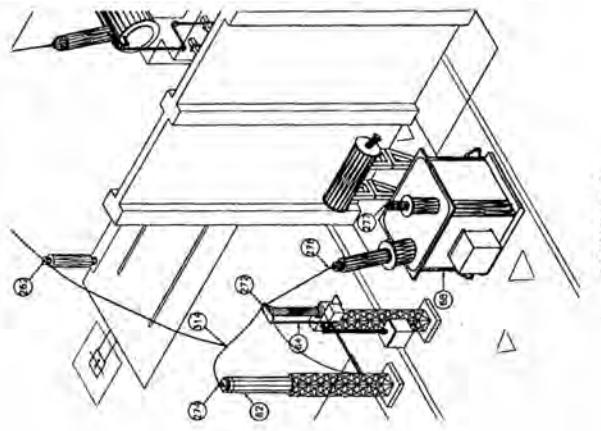


DETALLE No. 4
CONTRACONTACTO SECCIONADOR
DE CONEXION

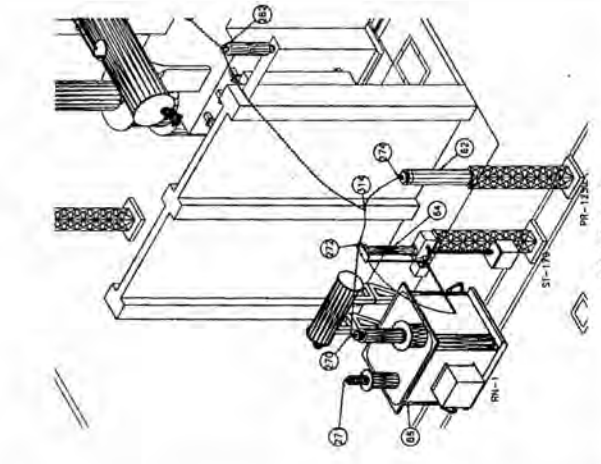


ARREGLO CONTRACONTACTO DE
SECCIONADOR DE LINEA DEL
DETALLE No. 3

DETALLE No. 3
SECCIONADOR DE LINEA



DETALLE No. 7

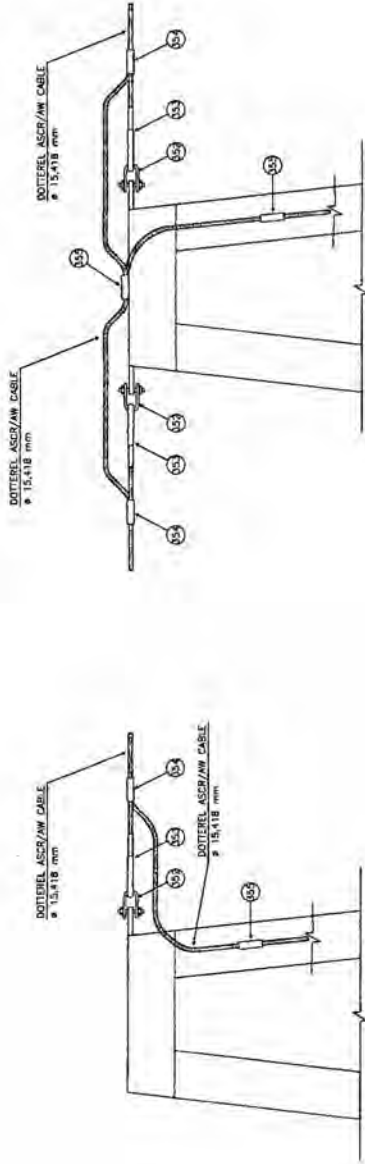


DETALLE No. 6

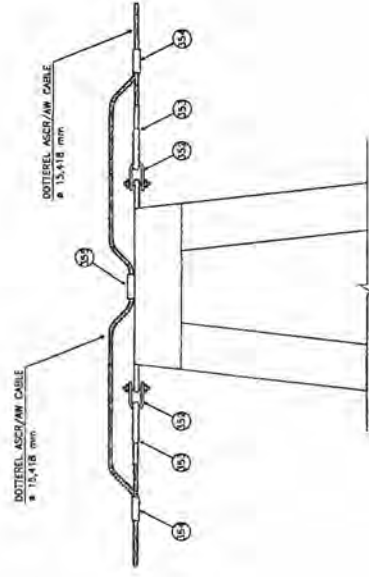
- NOTAS:
1. TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN DADAS EN MILIMETROS.
 2. VER NOTAS GENERALES EN HOJA 1 DE ESTE PLANO.
 3. A DEFINIR EN CAMPO SEGUN REDISEÑO PARTICULAR.
 4. EL CONTRACONTACTO ES SUMINISTRO CON EL SECCIONADOR.

VÁLIDO PARA COTIZACIÓN

PROYECTO ZAPALLAL - TRUJILLO		77-JAR-02E-1982/04	
PROYECTO DE INSTALACION EN VER. N.º 1.		SUBESTACION TRUJILLO 220 KV/500 KV	
DETALLES SECCIONADOR SUPORTAMIENTO 500 KV Y DETALLES DE ACERVO		77-JAR-02E-1982/04	
1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14. 15. 16. 17. 18. 19. 20. 21. 22. 23. 24. 25. 26. 27. 28. 29. 30. 31. 32. 33. 34. 35. 36. 37. 38. 39. 40. 41. 42. 43. 44. 45. 46. 47. 48. 49. 50. 51. 52. 53. 54. 55. 56. 57. 58. 59. 60. 61. 62. 63. 64. 65. 66. 67. 68. 69. 70. 71. 72. 73. 74. 75. 76. 77. 78. 79. 80. 81. 82. 83. 84. 85. 86. 87. 88. 89. 90. 91. 92. 93. 94. 95. 96. 97. 98. 99. 100.		10	



DETALLE G3



DETALLE G4

NOTAS:
 1. TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN DADAS EN MILIMETROS.
 2. VER NOTAS GENERALES EN HOJA 1 DE ESTE PUNDO.

VALIDO PARA COTIZACION

PROYECTO DE IMPLEMENTACION DEL AEROLINEA SUBESTACION TRUJILLO 230 KV/ 300 KV DETALLES APANTALLAMIENTO		PROYECTO ZAPALLAL - TRUJILLO	
PLAN	ESCALA	FECHA	HOJA
1	1:1	10/03/2010	10
DISEÑADO POR	VERIFICADO POR	APROBADO POR	AUTORIZADO POR
J. GARCIA	J. GARCIA	J. GARCIA	J. GARCIA

Anexo 4

Protocolo de Pruebas en Blanco Subestación Trujillo Nueva

DIRECCIÓN INGENIERÍA DE PROYECTOS
PROYECTO ZAPALLAL - TRUJILLO 220 kV / 500 kV

PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES
INTERRUPTORES 220 kV

SUBESTACIÓN: _____

CELDA: _____

CÓDIGO DE EQUIPO: _____

DOCUMENTO No. : PE-ZATR-DISE-DG93.003

VERSIÓN: 2

REVISIÓN - APROBACIÓN					
Revisión No.		0	1	2	3
Elaborado por:	Nombre	FNA	FVH	FVH	
	Fecha	2012-05-24	2012-06-21	2012-07-16	
Revisado por:	Nombre	AJM	ARA	ARA	
	Fecha	2012-05-24	2012-06-21	2012-07-16	
Aprobado por:	Nombre	AJM	AJM	AJM	
	Fecha	2012-05-24	2012-06-21	2012-07-16	
Queda prohibida la reproducción total o parcial (edición, copia, inclusión en película cinematográfica, videograma o cualquier otra forma de fijación), comunicación en forma pública (ejecución de concursos, representación, declamación, radiodifusión sonora o audiovisual, difusión por parlantes, telefonía, fonógrafos o equipos análogos, etc.), transformación (traducción, arreglo o cualquier otra forma de adaptación) y distribución (venta, arrendamiento o alquiler e importación) de la información contenida.					

Título del documento: PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES INTERRUPTORES 220 kV		Documento No.: PE-ZATR-DISE-DG93.003 Version: 2
Equipo Gestor: HMV Ingenieros del Perú	Revisado y aprobado por: Dirección Ingeniería de Proyectos	Fecha: 2012-07-16 Página: 2 de 11

TABLA DE CONTENIDO

1.	OBJETIVO	3
2.	ALCANCE	3
3.	CONTENIDO	3
4.	DESCRIPCIÓN TÉCNICA.....	4
5.	INSPECCIÓN GENERAL	5
6.	PRUEBAS	6
6.1	PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN DE PRUEBAS	6
6.2	RESISTENCIA DE AISLAMIENTO.....	6
6.3.	RESISTENCIA DE CONTACTO.....	7
6.4.	FACTOR DE POTENCIA DE AISLAMIENTO.....	8
6.5.	TIEMPOS DE OPERACIÓN Y CARACTERÍSTICAS BOBINAS DE CIERRE Y APERTURA.....	9
7.	VERIFICACIONES FINALES	10
8.	DOCUMENTOS DE REFERENCIA.....	11
8.1	INTERNOS.....	11
8.2	EXTERNOS	11

Título del documento: PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES INTERRUPTORES 220 kV		Documento No.: PE-ZATR-DISE-DG93.003 Version: 2
Equipo Gestor: HMV Ingenieros del Perú	Revisado y aprobado por: Dirección Ingeniería de Proyectos	Fecha: 2012-07-16 Página: 3 de 11

PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES INTERRUPTORES 220 kV

1. OBJETIVO

En este documento se presenta el protocolo de pruebas individuales de los interruptores de potencia de 220 kV pertenecientes a las subestaciones asociadas al proyecto Zapallal - Trujillo 220 kV / 500 kV.

2. ALCANCE

Se indican cada una de las pruebas eléctricas requeridas para la puesta en servicio de los interruptores de potencia 220 kV.

Las pruebas se realizarán con base en las recomendaciones de la norma ANSI/NETA ATS-2009 que se consideren aplicables al proyecto.

3. CONTENIDO

Se presenta a continuación el protocolo base para las pruebas de campo aplicables a los interruptores de potencia 220 kV.

Estas pruebas se deben realizar en sitio a cada uno de los equipos luego de haber sido montados, con la finalidad de verificar sus condiciones para a su entrada en operación.

Título del documento: PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES INTERRUPTORES 220 kV		Documento No.: PE-ZATR-DISE-DG93.003 Version: 2
Equipo Gestor: HMV Ingenieros del Perú	Revisado y aprobado por: Dirección Ingeniería de Proyectos	Fecha: 2012-07-16 Página: 4 de 11

4. DESCRIPCIÓN TÉCNICA

INTERRUPTOR DE POTENCIA		
Fabricante:		Tipo:
Norma:	Año:	Frecuencia nominal (Hz):
Tensión nominal U_r (kV):		Corriente nominal de servicio I_r (A):
Tensión soportada al impulso tipo rayo U_p (kV):		Tensión soportada a la frecuencia industrial U_d (kV):
Corriente nominal de ruptura en cortocircuito I_{sc} (kA):		Duración nominal de corto circuito t_k (t):
Corriente nominal de ruptura de cable I_c (A):		Corriente nominal de ruptura de línea I_l (A):
Número de polos:		Número de cámaras por polo:
Medio de extinción:		Clase mecanismo de operación:
Tensión circuito auxiliar (control):		Tensión de motor (V):
Tensión de bobina de apertura y cierre (V):		Calefacción:
Secuencia nominal de maniobra:		
CONDENSADOR		
Fabricante:	Año:	Tipo:
Capacidad (pF):		Tensión nominal U_r (kV):
RESISTENCIA DE PRE-INSERCIÓN		
Fabricante:	Año:	Tipo:
Resistencia (Ω):		Tensión nominal U_r (kV):

Título del documento: PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES INTERRUPTORES 220 kV		Documento No.: PE-ZATR-DISE-DG93.003 Version: 2
Equipo Gestor: HMV Ingenieros del Perú	Revisado y aprobado por: Dirección Ingeniería de Proyectos	Fecha: 2012-07-16 Página: 5 de 11

5. INSPECCIÓN GENERAL

Verificación	Datos		
	R	S	T
Nº de serie del equipo.			
Nº de serie de condensador, si aplica.			
Nº de serie de resistencia pre-inserción, si aplica.			
Fases			
Estado de las conexiones a tierra, caja de mando y de maniobras.			
Estado de la porcelana aislante; limpia y libre de material extraño.			
Estado del galvanizado y pintura de la estructura soporte.			
Montaje conforme a las instrucciones del catálogo de fabricante.			
Estado de las conexiones secundarias, según ingeniería.			
Esquema de conexiones, última versión, de fabricante.			
Verificar el funcionamiento de los manómetros de presión del gas SF6.			
Verificar la presión del gas SF6.			
Verificar tensión de alimentación 220 Vcc. control, motor, bobina.			
Equipo totalmente torqueado, con par de apriete recomendado.			
Correcto ensamblaje de sistema antisísmico, si aplica.			
Número de operaciones inicial			

Titulo del documento: PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES INTERRUPTORES 220 kV		Documento No.: PE-ZATR-DISE-DG93.003 Version: 2
Equipo Gestor: HMV Ingenieros del Perú	Revisado y aprobado por: Dirección Ingeniería de Proyectos	Fecha: 2012-07-16 Página: 6 de 11

6. PRUEBAS

6.1 PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN DE PRUEBAS

El procedimiento para la ejecución de la pruebas se realizará de acuerdo con el documento: _____

6.2 RESISTENCIA DE AISLAMIENTO

6.2.1. Datos generales

Instrumento utilizado	Fabricante / Modelo	Nº de serie	Fecha de calibración
Megóhmetro			
Higrómetro			
Termómetro		N.A	
HR inicial (%):	Tº inicial:	Condiciones ambientales:	Fecha prueba:
HR final (%):	Tº final:		Hora prueba:

6.2.2. Resultados de las pruebas

Valores esperados: Valor de resistencia de aislamiento $\geq 100\ 000\ M\Omega$, ANSI/NETA ATS - 2009 Tabla 100.1. Las medidas serán referidas a 20 °C.

Medida entre	Tensión prueba Vcc.	Fase R		Fase S		Fase T	
	Tiempo 60 s	Medido (MΩ)	@ 20 °C (MΩ)	Medido (MΩ)	@ 20 °C (MΩ)	Medido (MΩ)	@ 20 °C (MΩ)
Terminales A - B	5 000						
Terminal A - masa	5 000						
Terminal B - masa	5 000						
Resultado de la prueba:		Aceptable		No aceptable			
Observación: _____							

Título del documento: PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES INTERRUPTORES 220 kV		Documento No.: PE-ZATR-DISE-DG93.003 Version: 2
Equipo Gestor: HMV Ingenieros del Perú	Revisado y aprobado por: Dirección Ingeniería de Proyectos	Fecha: 2012-07-16 Página: 7 de 11

6.3. RESISTENCIA DE CONTACTO

6.3.1. Datos generales

Instrumento utilizado	Fabricante / Modelo	Nº de serie	Fecha de calibración
Equipo de inyección			
Higrómetro			
Termómetro		N.A	
HR inicial (%):	Tº inicial	Condiciones ambientales:	Fecha prueba:
HR final (%):	Tº final:		Hora prueba:

6.3.2. Resultados de las pruebas

Valores esperados: Desviación no mayor al 20 % con respecto al valor obtenido en las pruebas FAT, según cláusula 7.3, IEC 62271-100.

Medición en	Corriente de prueba (A)	Fase R		Fase S		Fase T	
		Fábrica ($\mu\Omega$)	Medido ($\mu\Omega$)	Fábrica ($\mu\Omega$)	Medido ($\mu\Omega$)	Fábrica ($\mu\Omega$)	Medido ($\mu\Omega$)
Contacto principal	100						
Reporte de pruebas emitido por equipo digital:		Aplica		No aplica			
Resultado de la prueba :		Aceptable		No aceptable			
Observación: _____							

Título del documento: PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES INTERRUPTORES 220 kV		Documento No.: PE-ZATR-DISE-DG93.003 Version: 2
Equipo Gestor: HMV Ingenieros del Perú	Revisado y aprobado por: Dirección Ingeniería de Proyectos	Fecha: 2012-07-16 Página: 8 de 11

6.4. FACTOR DE POTENCIA DE AISLAMIENTO

6.4.1. Datos generales

Instrumento utilizado	Fabricante / Modelo	Nº de serie	Fecha de calibración
Equipo de inyección			
Higrómetro			
Termómetro		N.A	
HR inicial (%):	Tº inicial:	Condiciones ambientales:	Fecha prueba:
HR final (%):	Tº final:		Hora prueba:

6.4.2. Resultados de las pruebas

Valores esperados: Los valores del factor de potencia o de disipación $\tan\delta$ (DF) y la capacitancia (Cp) deberán ser $\pm 10\%$ de los valores de fábrica, según cláusula 7.6.4, ANSI/NETA ATS - 2009.

Fase	Aislamiento a medir (Modo prueba)	Tensión prueba (kV)	Freq. (Hz)	I (mA)	Watts (mW)	DF (%)		Cp (pF)	
						Fábrica	Medido	Fábrica	Medido
R	Cámara	10							
	Aislador	10							
	Total	10							
S	Cámara	10							
	Aislador	10							
	Total	10							
T	Cámara	10							
	Aislador	10							
	Total	10							
Reporte de pruebas emitido por equipo digital						Aplica		No aplica	
Resultado de la prueba						Aceptable		No aceptable	
Observación:									

Título del documento: PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES INTERRUPTORES 220 kV		Documento No.: PE-ZATR-DISE-DG93.003 Version: 2
Equipo Gestor: HMV Ingenieros del Perú	Revisado y aprobado por: Dirección Ingeniería de Proyectos	Fecha: 2012-07-16 Página: 9 de 11

6.5. TIEMPOS DE OPERACIÓN Y CARACTERÍSTICAS BOBINAS DE CIERRE Y APERTURA

6.5.1. Datos generales

Instrumento utilizado	Fabricante / Modelo	Nº de serie	Fecha de calibración
Equipo de prueba			
Fecha de prueba:	Hora de Prueba:		
Lectura inicial	Fase R	Fase S	Fase T
Presión SF6			
Cantidad de maniobras registradas			
Temperatura °C:		Humedad:	

6.5.2. Tiempo de operación del interruptor

Valores esperados: Los valores de referencia de los tiempos de operación y las tolerancias serán tomados del protocolo de pruebas FAT.

Maniobra	Tiempo de operación (ms)			Valor esperado (ms)	Discordancia de tiempo de operación
	Fase R	Fase S	Fase T		
Cierre (C)					
Apertura 1 (O1)					
Apertura 2 (O2)					
Cierre-apertura (C-O)					
Apertura-cierre-apertura (O-C-O)					
Reporte de pruebas emitido por equipo digital	Aplica		No aplica		
Resultado de la prueba	Aceptable		No aceptable		
Observación:	_____				

Título del documento: PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES INTERRUPTORES 220 kV		Documento No.: PE-ZATR-DISE-DG93.003 Version: 2
Equipo Gestor: HMV Ingenieros del Perú	Revisado y aprobado por: Dirección Ingeniería de Proyectos	Fecha: 2012-07-16 Página: 10 de 11

6.5.3. Corriente de consumo y tensión en bobinas y motor

Valores esperados: Los valores esperados serán tomados del protocolo de pruebas FAT. La tensión para bobina y motor es 220 Vcc.

Bobina	Corriente nominal (A)	Corriente medida (A)			Tensión medida (V)		
		Fase R	Fase S	Fase T	Fase R	Fase S	Fase T
Cierre							
Apertura 1							
Apertura 2							
Resultado de la prueba		Aceptable			No aceptable		
Motor	Corriente nominal (A)	Corriente medida (A)			Tensión medida (V)		
		Fase R	Fase S	Fase T	Fase R	Fase S	Fase T
Corriente arranque							
Corriente constante							
Resultado de la prueba		Aceptable			No aceptable		
Observación:							

7. VERIFICACIONES FINALES

Descripción	Fase R	Fase S	Fase T
Lectura final contador maniobra.			
Verificación de la estanqueidad de gas SF6.			
Verificación de dispositivo anti bombeo.			
Verificación del funcionamiento del resorte de cierre.			
Verificación de la apertura de emergencia.			
Verificación de la apertura local mecánica/eléctrica.			
Calefacción.			
Iluminación.			
Verificación del sellado de gabinetes.			
Verificar que se realizaron 5 maniobras de conmutación.			

Título del documento: PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES INTERRUPTORES 220 kV		Documento No.: PE-ZATR-DISE-DG93.003 Version: 2
Equipo Gestor: HMV Ingenieros del Perú	Revisado y aprobado por: Dirección Ingeniería de Proyectos	Fecha: 2012-07-16 Página: 11 de 11

Por el contratista	Por la supervisión
Empresa:	Empresa:
Nombre:	Nombre:
Fecha:	Fecha:
Firma:	Firma:
Jefe de pruebas	Inspector
Empresa:	Entidad:
Nombre:	Nombre:
Fecha:	Fecha:
Firma:	Firma:

8. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

8.1 INTERNOS

- [1] PE-ZATR-DISE-DG82-001: "Criterios de diseño electromecánicos y estructuras metálicas".
- [2] PE-ZATR-00010-D002: "Equipos de Alta Tensión - Requisitos Generales".
- [3] PE-ZATR-00010-D003: "Equipos de Alta Tensión - Especificaciones Técnicas".

8.2 EXTERNOS

- [4] ANSI/NETA Standard for Acceptance Testing Specifications for Electrical Power Equipment and Systems, 2009.
- [5] Subestaciones de Alta y Extra Alta Tensión – Segunda Edición, HMV Ingenieros Ltda., 2003.
- [6] IEC 62271 – High-Voltage Switchgear and Controlgear – Part 100: Alternating-Current Circuit-Breakers, 2008.



PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA DEL PERU S.A.C.



DIRECCIÓN INGENIERÍA DE PROYECTOS
PROYECTO ZAPALLAL - TRUJILLO 220 kV / 500 kV

PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES
SECCIONADOR SEMIPANTÓGRAFO 220 KV

SUBESTACIÓN: _____

CELDA: _____

CÓDIGO DE EQUIPO: _____

DOCUMENTO No. : PE-ZATR-DISE-DG93.004

VERSIÓN: 2

REVISIÓN - APROBACIÓN					
Revisión No.		0	1	2	3
Elaborado por:	Nombre	FNA	JRV	FVH	
	Fecha	2012-05-24	2012-06-21	2012-07-16	
Revisado por:	Nombre	ARA	ARA	ARA	
	Fecha	2012-05-24	2012-06-22	2012-07-16	
Aprobado por:	Nombre	AJM	AJM	AJM	
	Fecha	2012-05-24	2012-06-22	2012-07-16	

Queda prohibida la reproducción total o parcial (edición, copia, inclusión en película cinematográfica, videograma o cualquier otra forma de fijación), comunicación en forma pública (ejecución de concursos, representación, declamación, radiodifusión sonora o audiovisual, difusión por parlantes, telefonía, fonógrafos o equipos análogos, etc.), transformación (traducción, arreglo o cualquier otra forma de adaptación) y distribución (venta, arrendamiento o alquiler e importación) de la información contenida.

Título del documento: PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES SECCIONADOR SEMIPANTÓGRAFO 220 kV		Documento No.: PE-ZATR-DISE-DG93.004 Versión: 2
Equipo Gestor: HMV Ingenieros del Perú	Revisado y aprobado por: Dirección Ingeniería de Proyectos	Fecha: 2012-07-16 Página: 2 de 8

TABLA DE CONTENIDO

1.	OBJETIVO	3
2.	ALCANCE	3
3.	CONTENIDO	3
4.	DESCRIPCIÓN TÉCNICA	4
5.	INSPECCIÓN GENERAL	4
6.	PRUEBAS	5
6.1.	PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN DE PRUEBAS	5
6.2.	RESISTENCIA DE AISLAMIENTO	5
6.3.	RESISTENCIA DE CONTACTO	6
6.4.	TIEMPOS DE OPERACIÓN Y SIMULTANEIDAD	7
6.5.	CARACTERÍSTICAS DEL MOTOR PARA TIEMPOS DE CIERRE Y APERTURA.....	7
7.	DOCUMENTOS DE REFERENCIA	8
7.1	INTERNOS.....	8
7.2	EXTERNOS.....	8

Título del documento: PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES SECCIONADOR SEMIPANTÓGRAFO 220 kV		Documento No.: PE-ZATR-DISE-DG93.004 Versión: 2
Equipo Gestor: HMV Ingenieros del Perú	Revisado y aprobado por: Dirección Ingeniería de Proyectos	Fecha: 2012-07-16 Página: 3 de 8

PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES SECCIONADORES SEMIPANTÓGRAFOS 220 KV

1. OBJETIVO

En este documento se presenta el protocolo de pruebas individuales de los seccionadores semipantógrafos 220 kV de las subestaciones asociadas al proyecto Zapallal -Trujillo 220 kV / 500 kV.

2. ALCANCE

Se indican cada una de las pruebas eléctricas requeridas para la puesta en servicio de los seccionadores semipantógrafos 220 kV, con cuchilla y sin cuchilla de puesta a tierra.

Las pruebas se realizarán con base en las recomendaciones de la norma ANSI/NETA ATS-2009 que se consideren aplicables al proyecto.

3. CONTENIDO

Se presenta a continuación el protocolo base para las pruebas de campo aplicables a los seccionadores de las subestaciones asociadas al proyecto Zapallal -Trujillo 220 kV / 500 kV.

Estas pruebas se deben realizar en sitio a cada uno de los equipos después de haberse efectuado su montaje, con la finalidad de verificar sus condiciones para su entrada en operación

Título del documento: PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES SECCIONADOR SEMIPANTÓGRAFO 220 kV		Documento No.: PE-ZATR-DISE-DG93.004 Versión: 2
Equipo Gestor: HMV Ingenieros del Perú	Revisado y aprobado por: Dirección Ingeniería de Proyectos	Fecha: 2012-07-16 Página: 4 de 8

4. DESCRIPCIÓN TÉCNICA

Fabricante:	Tipo:	
Norma:	Año:	Frecuencia nominal (Hz):
Tensión nominal Ur (kV):	Corriente nominal en servicio Ir (A):	
Tensión soportada al impulso tipo rayo Up (kV):	Tensión soportada a la frecuencia industrial Ud (kV):	
Corriente de corta duración admisible Ik (kA):	Duración de corto circuito asignado tk (t):	
MANDO ELECTRICO SECCIONADOR		
Tipo:	Año:	
Tensión circuito auxiliar (control):	Tensión de motor:	
MANDO ELECTRICO CUCHILLA DE PUESTA A TIERRA		
Tipo:	Año:	
Tensión circuito auxiliar (control):	Tensión de motor:	

5. INSPECCIÓN GENERAL

5.1 SECCIONADOR SEMIPANTÓGRAFO

Verificación	Datos		
Nº de serie del equipo.			
Nº de serie del mando eléctrico			
Fases	R	S	T
Estado de las conexiones a tierra.			
Estado de la porcelana aislante; limpia y libre de material extraño.			
Estado del galvanizado y pintura de las estructuras.			
Estado de los terminales de alta tensión.			
Estado de las conexiones secundarias.			
Calibración de los contactos principales.			
Verificar correcta operación manual y automática.			
Sentido de apertura y desplazamiento angular.			
Operación simultánea de polos al cierre y apertura.			

5.2 CUCHILLA DE PUESTA A TIERRA

Verificación	Datos		
Fases	R	S	T
Estado de las conexiones a tierra.			
Estado de la pintura.			
Calibración de los contactos de la cuchilla			
Correcta operación.			
Operación simultánea al cierre y apertura.			

Título del documento: PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES SECCIONADOR SEMIPANTÓGRAFO 220 kV		Documento No.: PE-ZATR-DISE-DG93.004 Versión: 2
Equipo Gestor: HMV Ingenieros del Perú	Revisado y aprobado por: Dirección Ingeniería de Proyectos	Fecha: 2012-07-16 Página: 5 de 8

6. PRUEBAS

6.1. PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN DE PRUEBAS

El procedimiento para la ejecución de la pruebas se realizará de acuerdo con el documento: _____

6.2. RESISTENCIA DE AISLAMIENTO

6.2.1. Datos generales

Instrumento utilizado	Fabricante / Modelo	Nº de serie	Fecha de calibración
Megóhmetro			
Higrómetro			
Termómetro	N.A	N.A	N.A
HR inicial (%):	Tº inicial:	Condiciones ambientales:	Fecha prueba:
HR final (%):	Tº final:		Hora prueba:

6.2.2. Resultados de las pruebas

Valores esperados: Valor de resistencia de aislamiento $\geq 100\ 000\ M\Omega$, ANSI/NETA ATS - 2009 Tabla 100.1. Las medidas serán referidas a 20 °C.

Medida entre	Tensión prueba Vcc.	Fase R		Fase S		Fase T	
	Tiempo 60 s	Medido (M Ω)	@ 20 °C (M Ω)	Medido (M Ω)	@ 20 °C (M Ω)	Medido (M Ω)	@ 20 °C (M Ω)
Alta - masa	5 000						
Reporte de pruebas emitido por equipo digital		Aplica		No aplica			
Resultado de la prueba		Aceptable		No aceptable			
Observación: _____							

Título del documento: PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES SECCIONADOR SEMIPANTÓGRAFO 220 kV		Documento No.: PE-ZATR-DISE-DG93.004 Versión: 2
Equipo Gestor: HMV Ingenieros del Perú	Revisado y aprobado por: Dirección Ingeniería de Proyectos	Fecha: 2012-07-16 Página: 6 de 8

6.3. RESISTENCIA DE CONTACTO

6.3.1. Datos generales

Instrumento utilizado	Fabricante / Modelo	Nº de serie	Fecha de calibración
Equipo de inyección			
Higrómetro			
Termómetro		N.A	
HR inicial (%): HR final (%):	Tº inicial Tº final:	Condiciones ambientales:	Fecha prueba: Hora prueba:

6.3.2. Resultados de la prueba

Valores Esperados: Desviación no mayor al 20 % con respecto a los valores obtenidos en las pruebas FAT, según cláusula 6.6.4 y 6.102.3.2, IEC 62271-102.

Medida en	Corriente prueba (A)	Fase R		Fase S		Fase T	
		Fábrica (μΩ)	Medido (μΩ)	Fábrica (μΩ)	Medido (μΩ)	Fábrica (μΩ)	Medido (μΩ)
Seccionador	100						
Cuchilla de tierra.	100						
Reporte de pruebas emitido por equipo digital				Aplica		No aplica	
Resultado de la prueba				Aceptable		No aceptable	
Observación:							

Título del documento: PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES SECCIONADOR SEMIPANTÓGRAFO 220 kV		Documento No.: PE-ZATR-DISE-DG93.004 Versión: 2
Equipo Gestor: HMV Ingenieros del Perú	Revisado y aprobado por: Dirección Ingeniería de Proyectos	Fecha: 2012-07-16 Página: 7 de 8

6.4. TIEMPOS DE OPERACIÓN Y SIMULTANEIDAD

6.4.1. Resultados de las pruebas

Valores esperados: El tiempo de operación deberá ser ≤ 10 s, según características técnicas garantizadas del fabricante.

Maniobra	Tiempo medido (s)	Valor esperado (s)
Cierre		10
Apertura		10
Simultaneidad		
Resultado de la prueba		
Aceptable		No aceptable
Cuchilla de tierra		Valor esperado (s)
Cierre		10
Apertura		10
Simultaneidad		
Resultado de la prueba		
Aceptable		No aceptable
Observación:		

6.5. CARACTERÍSTICAS DEL MOTOR PARA TIEMPOS DE CIERRE Y APERTURA

6.5.1. Datos generales

Instrumento utilizado	Fabricante / Modelo	Nº de serie	Fecha de calibración
Pinza amperimétrica			
Fecha de prueba:		Hora de prueba:	

6.5.2. Resultados de las pruebas

Valores esperados: Tomar dato de consumo de corriente de placa característica del motor.

Maniobra	Corriente máxima medida (A)	Valor esperado corriente (A)
Seccionador		
Cierre		
Apertura		
Cuchilla de tierra		
Cierre		
Apertura		
Resultado de la prueba		
Aceptable		No aceptable
Observación:		

Título del documento: PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES SECCIONADOR SEMIPANTÓGRAFO 220 kV		Documento No.: PE-ZATR-DISE-DG93.004 Versión: 2
Equipo Gestor: HMV Ingenieros del Perú	Revisado y aprobado por: Dirección Ingeniería de Proyectos	Fecha: 2012-07-16 Página: 8 de 8

Por el contratista	Por la supervisión
Empresa:	Empresa:
Nombre:	Nombre:
Fecha:	Fecha:
Firma:	Firma:
Jefe de pruebas	Inspector
Empresa:	Entidad:
Nombre:	Nombre:
Fecha:	Fecha:
Firma:	Firma:

7. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

7.1 INTERNOS

- [1] PE-ZATR-DISE-DG82-001: "Criterios de diseño electromecánicos y estructuras metálicas".
- [2] PE-ZATR-00010-D002: "Equipos de Alta tensión - requisitos generales".
- [3] PE-ZATR-00010-D003: "Equipos de Alta tensión - especificaciones técnicas".

7.2 EXTERNOS

- [4] ANSI/NETA Standard for Acceptance Testing Specifications for Electrical Power Equipment and Systems, 2009.
- [5] IEC 62271-102, Alternating current disconnectors and earthings switches.
- [6] Subestaciones de alta y extra alta tensión – segunda edición, HMV Ingenieros Ltda., 2003.



PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA DEL PERU S.A.C.



DIRECCIÓN INGENIERÍA DE PROYECTOS

PROYECTO ZAPALLAL - TRUJILLO 220 kV / 500 kV

PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES

TRANSFORMADORES DE CORRIENTE 220 KV

SUBESTACIÓN: _____

CELDA: _____

CÓDIGO DE EQUIPO: _____

FASE: _____

DOCUMENTO No. : PE-ZATR-DISE-DG93.005

VERSIÓN: 2

REVISIÓN - APROBACIÓN					
Revisión No.		0	1	2	3
Elaborado por:	Nombre	FNA	JRV	RSC	
	Fecha	2012-05-24	2012-06-21	2012-07-16	
Revisado por:	Nombre	ARA	ARA	ARA	
	Fecha	2012-05-24	2012-06-22	2012-07-16	
Aprobado por:	Nombre	AJM	AJM	AJM	
	Fecha	2012-05-24	2012-06-22	2012-07-16	

Queda prohibida la reproducción total o parcial (edición, copia, inclusión en película cinematográfica, videograma o cualquier otra forma de fijación), comunicación en forma pública (ejecución de concursos, representación, declamación, radiodifusión sonora o audiovisual, difusión por parlantes, telefonía, fonógrafos o equipos análogos, etc.), transformación (traducción, arreglo o cualquier otra forma de adaptación) y distribución (venta, arrendamiento o alquiler e importación) de la información contenida.

Título del documento: PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES TRANSFORMADORES DE CORRIENTE 220 kV		Documento No.: PE-ZATR-DISE-DG93.005 Version: 2
Equipo Gestor: HMV Ingenieros del Perú	Revisado y aprobado por: Dirección Ingeniería de Proyectos	Fecha: 2012-07-16 Página: 2 de 12

TABLA DE CONTENIDO

1.	OBJETIVO	3
2.	ALCANCE	3
3.	CONTENIDO	3
4.	DESCRIPCIÓN TÉCNICA	4
5.	INSPECCIÓN GENERAL	4
6.	PRUEBAS	5
6.1.	PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN DE PRUEBAS	5
6.2	RESISTENCIA DE AISLAMIENTO	5
6.3	FACTOR DE POTENCIA DE AISLAMIENTO	7
6.4	RESISTENCIA DE DEVANADOS SECUNDARIOS	8
6.5	RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN Y POLARIDAD	9
6.6	CURVAS DE SATURACIÓN	10
7.	DOCUMENTOS DE REFERENCIA	12
7.1	INTERNOS	12
7.2	EXTERNO	12

Título del documento: PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES TRANSFORMADORES DE CORRIENTE 220 kV		Documento No.: PE-ZATR-DISE-DG93.005 Version: 2
Equipo Gestor: HMV Ingenieros del Perú	Revisado y aprobado por: Dirección Ingeniería de Proyectos	Fecha: 2012-07-16 Página: 3 de 12

**PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES
 TRANSFORMADORES DE CORRIENTE 220 kV**

1. OBJETIVO

En este documento se presenta el protocolo de pruebas individuales para los transformadores de corriente de 220 kV de las subestaciones asociadas al proyecto Zapallal - Trujillo 220 kV / 500 kV.

2. ALCANCE

Se indican cada una de las pruebas eléctricas requeridas previas a la puesta en servicio de los transformadores de corriente de 220 kV.

Las pruebas se realizarán con base en las recomendaciones de la norma ANSI/NETA ATS-2009 que se consideren aplicables al proyecto.

3. CONTENIDO

Se presenta a continuación el protocolo base para las pruebas de campo aplicables a los transformadores de corriente de 220 kV.

Estas pruebas se deben realizar en sitio a cada uno de los equipos después de haber sido montados, con la finalidad de verificar sus condiciones para su entrada en operación.

Título del documento: PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES TRANSFORMADORES DE CORRIENTE 220 kV		Documento No.: PE-ZATR-DISE-DG93.005 Version: 2
Equipo Gestor: HMV Ingenieros del Perú	Revisado y aprobado por: Dirección Ingeniería de Proyectos	Fecha: 2012-07-16 Página: 4 de 12

4. DESCRIPCIÓN TÉCNICA

Fabricante:	Tipo:
Norma:	Año:
Tensión nominal del equipo U_r (kV):	Frecuencia nominal (Hz):
Tensión soportada al impulso tipo rayo U_p (kV):	Tensión soportada a la frecuencia industrial U_d (kV):
Corriente nominal primaria I_{pn} (A):	Corriente nominal secundaria I_{sn} (A):
Intensidad dinámica I_{din} (kA):	Intensidad térmica de cortocircuito I_{th} (kA):

Bornes	Núcleo N°	1			2			3			4			5			6				
		Relación	CI	VA	FS	CI	VA	FS	CI	VA	FS	CI	VA	FS	CI	VA	FS	CI	VA	FS	
S1-S2	1250/1 A																				
S1-S3	2500/1 A																				

Donde:

CI: Clase

VA: Potencia

FS: Factor de seguridad

5. INSPECCIÓN GENERAL

Verificación	Datos
N° de serie equipo	
Estado de las conexiones a tierra.	
Estado de la porcelana aislante; limpia y libre de material extraño.	
Estado del galvanizado y pintura de las estructuras.	
Estado de los terminales de alta tensión, orientación correcta de la polaridad del equipo P1 y P2, según ingeniería.	
Verificación visual de estanqueidad o hermeticidad.	

Título del documento: PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES TRANSFORMADORES DE CORRIENTE 220 kV		Documento No.: PE-ZATR-DISE-DG93.005 Version: 2
Equipo Gestor: HMV Ingenieros del Perú	Revisado y aprobado por: Dirección Ingeniería de Proyectos	Fecha: 2012-07-16 Página: 5 de 12

6. PRUEBAS

6.1. PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN DE PRUEBAS

El procedimiento para la ejecución de las pruebas se realizará de acuerdo con el documento: _____

6.2 RESISTENCIA DE AISLAMIENTO

6.2.1 Datos generales

Instrumento utilizado	Fabricante / Modelo	Nº de serie	Fecha de calibración
Megóhmetro			
Higrómetro			
Termómetro		N.A.	
HR inicial (%): HR final (%):	Tº inicial: Tº final:	Condiciones ambientales:	Fecha prueba: Hora prueba:

6.2.2 Resultados de las pruebas

Valores esperados Valor de resistencia de aislamiento $\geq 100\ 000\ M\Omega$, ANSI/NETA ATS - 2009 Tabla 100.1. Las medidas serán referidas a 20 °C.

Medida entre	Alta- masa	Alta- 1S1	Alta- 2S1	Alta- 3S1	Alta- 4S1	Alta- 5S1
Tensión de prueba Vcc. Tiempo 60 s	5 000	5 000	5 000	5 000	5 000	5 000
Medido (M Ω)						
@ 20 °C (M Ω)						

Medida entre	Alta- 6S1	1S1 - masa	2S1 - masa	3S1 - masa	4S1 - masa	5S1 - masa
Tensión de prueba Vcc. Tiempo 60 s	5000	500	500	500	500	500
Medido (M Ω)						
@ 20 °C (M Ω)						

Medida entre	6S1 - masa	1S1 - 2S1	1S1 - 3S1	1S1 - 4S1	1S1 - 5S1	1S1 - 6S1
Tensión de prueba Vcc. Tiempo 60 s	500	500	500	500	500	500
Medido (M Ω)						
@ 20 °C (M Ω)						

Título del documento: PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES TRANSFORMADORES DE CORRIENTE 220 kV		Documento No.: PE-ZATR-DISE-DG93.005 Version: 2
Equipo Gestor: HMV Ingenieros del Perú	Revisado y aprobado por: Dirección Ingeniería de Proyectos	Fecha: 2012-07-16 Página: 6 de 12

Medida entre	2S1 – 3S1	2S1 – 4S1	2S1 – 5S1	2S1 – 6S1	3S1 – 4S1	3S1 – 5S1
Tensión de prueba Vcc. Tiempo 60 s	500	500	500	500	500	500
Medido (MΩ)						
@ 20 °C (MΩ)						

Medida entre	3S1 – 6S1	4S1 – 5S1	4S1 – 6S1	5S1 – 6S1
Tensión de prueba Vcc. Tiempo 60 s	500	500	500	500
Medido (MΩ)				
@ 20 °C (MΩ)				
Reporte de pruebas emitido por equipo digital:	Aplica		No aplica	
Resultado de la prueba:	Aceptable		No aceptable	
Observación:	_____			

Título del documento: PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES TRANSFORMADORES DE CORRIENTE 220 kV		Documento No.: PE-ZATR-DISE-DG93.005 Version: 2
Equipo Gestor: HMV Ingenieros del Perú	Revisado y aprobado por: Dirección Ingeniería de Proyectos	Fecha: 2012-07-16 Página: 7 de 12

6.3 FACTOR DE POTENCIA DE AISLAMIENTO

6.3.1 Datos generales

Instrumento utilizado	Fabricante / Modelo	Nº de serie	Fecha de calibración
Equipo de inyección			
Higrómetro			
Termómetro		N.A.	
HR inicial (%):	Tº inicial:	Condiciones ambientales:	Fecha prueba:
HR final (%):	Tº final:		Hora prueba:

6.3.2 Resultados de las pruebas

Valores esperados: El factor de disipación ($\tan\delta$) medido no deberá tener un valor $\leq 0,5\%$ y la capacitancia C_p no debe variar en un rango mayor $\pm 5\%$, comparados con valores de fábrica, según IEC 60044-1.

Aislamiento a medir (Modo prueba)	Tensión prueba (kV)	Frec. (Hz)	I (mA)	Watts (mW)	DF (%)		Cp (pF)	
					Fábrica	Sitio	Fábrica	Sitio
Alta – Baja	10							
Alta – Masa	10							
Baja – Masa	0,5							
Reporte de pruebas emitido por equipo digital:					Aplica		No aplica	
Resultado de la prueba:					Aceptable		No aceptable	
Observación: _____								

Título del documento: PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES TRANSFORMADORES DE CORRIENTE 220 kV		Documento No.: PE-ZATR-DISE-DG93.005 Version: 2
Equipo Gestor: HMV Ingenieros del Perú	Revisado y aprobado por: Dirección Ingeniería de Proyectos	Fecha: 2012-07-16 Página: 8 de 12

6.4 RESISTENCIA DE DEVANADOS SECUNDARIOS

6.4.1 Datos generales

Instrumento utilizado	Fabricante / Modelo	Nº de serie	Fecha de calibración
Equipo de inyección			
Higrómetro			
Termómetro		N.A.	
HR inicial (%):	Tº inicial	Condiciones ambientales:	Fecha prueba:
HR final (%):	Tº final:		Hora prueba:

6.4.2 Resultados de la pruebas

Valores esperados: Los valores obtenidos deberán ser referidos a 75 °C y guardarán similitud con los valores obtenidos en las pruebas FAT, según IEC 60044-1.

Medida entre	1S1 – 1S2	1S1 – 1S3	2S1 – 2S2	2S1 – 2S3	3S1 – 3S2	3S1 – 3S3
Corriente de prueba						
Fábrica (Ω)						
Sitio (Ω)						
@ 75 °C (Ω)						
Medida entre	4S1 – 4S2	4S1 – 4S3	5S1 – 5S2	5S1 – 5S3	6S1 – 6S2	6S1 – 6S3
Corriente de prueba						
Fábrica (Ω)						
Sitio (Ω)						
@ 75 °C (Ω)						
Reporte de pruebas emitido por equipo digital:	Aplica		No aplica			
Resultado de la prueba:	Aceptable		No aceptable			
Observación:	_____					

Título del documento: PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES TRANSFORMADORES DE CORRIENTE 220 kV		Documento No.: PE-ZATR-DISE-DG93.005 Version: 2
Equipo Gestor: HMV Ingenieros del Perú	Revisado y aprobado por: Dirección Ingeniería de Proyectos	Fecha: 2012-07-16 Página: 9 de 12

6.5 RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN Y POLARIDAD

6.5.1 Datos generales

Instrumento utilizado	Fabricante / Modelo	Nº de serie	Fecha de calibración
Fecha de prueba:		Hora de prueba:	

6.5.2 Resultados de las pruebas

Valores esperados: Según IEC 60044-1; tablas 11, 12 y 13 para núcleos de medida; y 14 y 15 para núcleos de protección.

Núcleo Nº	Relación medida		Desfase (°)	Error (%)	Polaridad
	Fábrica	Medido			
1S1 - 1S2					
1S1 - 1S3					
2S1 - 2S2					
2S1 - 2S3					
3S1 - 3S2					
3S1 - 3S3					
4S1 - 4S2					
4S1 - 4S3					
5S1 - 5S3					
5S1 - 5S3					
6S1 - 6S2					
6S1 - 6S3					
Reporte de pruebas emitido por equipo digital:		Aplica	No aplica		
Resultado de la prueba:		Aceptable	No aceptable		
Observación: _____					

Título del documento: PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES TRANSFORMADORES DE CORRIENTE 220 kV		Documento No.: PE-ZATR-DISE-DG93.005 Version: 2
Equipo Gestor: HMV Ingenieros del Perú	Revisado y aprobado por: Dirección Ingeniería de Proyectos	Fecha: 2012-07-16 Página: 11 de 12

Núcleo	4				5				6			
	4S1 – 4S2		4S1 – 4S3		5S1 – 5S2		5S1 – 5S3		6S1 – 6S2		6S1 – 6S3	
Bornes	(V)	(mA)	(V)	(mA)	(V)	(mA)	(V)	(mA)	(V)	(mA)	(V)	(mA)
3												
2												
1												
Punto de Saturación												
Reporte de pruebas emitido por equipo digital				Aplica				No aplica				
Resultado de la prueba				Aceptable				No aceptable				
Observacion: _____												

Título del documento: PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES TRANSFORMADORES DE CORRIENTE 220 kV		Documento No.: PE-ZATR-DISE-DG93.005 Version: 2
Equipo Gestor: HMV Ingenieros del Perú	Revisado y aprobado por: Dirección Ingeniería de Proyectos	Fecha: 2012-07-16 Página: 12 de 12

Por el contratista	Por la supervisión
Empresa:	Empresa:
Nombre:	Nombre:
Fecha:	Fecha:
Firma:	Firma:
Jefe de pruebas	Inspector
Empresa:	Entidad:
Nombre:	Nombre:
Fecha:	Fecha:
Firma:	Firma:

7. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

7.1 INTERNOS

- [1] PE-ZATR-DISE-DG82-001: "Criterios de diseño electromecánicos y estructuras metálicas".
- [2] PE-ZATR-00010-D002: "Equipos de Alta Tensión - Requisitos Generales".
- [3] PE-ZATR-00010-D003: "Equipos de Alta Tensión - Especificaciones Técnicas".

7.2 EXTERNO

- [4] ANSI/NETA Standard for Acceptance Testing Specifications for Electrical Power Equipment and Systems, 2009.
- [5] IEC 60044-1, Instrument transformers – Current transformer.
- [6] Subestaciones de Alta y Extra Alta Tensión – Segunda Edición, HMV Ingenieros Ltda., 2003.



PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA DEL PERU S.A.C.



DIRECCIÓN INGENIERÍA DE PROYECTOS
PROYECTO ZAPALLAL - TRUJILLO 220 kV / 500 kV

PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES
PARARRAYOS 220 kV

SUBESTACIÓN: _____

CELDA: _____

CÓDIGO DE EQUIPO: _____

FASE: _____

DOCUMENTO No. : PE-ZATR-DISE-DG93.006

VERSIÓN: 2

REVISIÓN - APROBACIÓN					
Revisión No.		0	1	2	3
Elaborado por:	Nombre	FNA	FVH	FVH	
	Fecha	2012-03-21	2012-06-22	2012-07-16	
Revisado por:	Nombre	AJM	ARA	ARA	
	Fecha	2012-05-24	2012-06-22	2012-07-16	
Aprobado por:	Nombre	AJM	AJM	AJM	
	Fecha	2012-05-24	2012-06-22	2012-07-16	

Queda prohibida la reproducción total o parcial (edición, copia, inclusión en película cinematográfica, videograma o cualquier otra forma de fijación), comunicación en forma pública (ejecución de concursos, representación, declamación, radiodifusión sonora o audiovisual, difusión por parlantes, telefonía, fonógrafos o equipos análogos, etc.), transformación (traducción, arreglo o cualquier otra forma de adaptación) y distribución (venta, arrendamiento o alquiler e importación) de la información contenida.

Título del documento: PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES PARARRAYOS 220 kV		Documento No.: PE-ZATR-DISE-DG93.006 Versión: 2
Equipo Gestor: HMV Ingenieros del Perú	Revisado y aprobado por: Dirección Ingeniería de Proyectos	Fecha: 2012-07-16 Página: 2 de 8

TABLA DE CONTENIDO

1.	OBJETIVO	3
2.	ALCANCE	3
3.	CONTENIDO	3
4.	DESCRIPCIÓN TÉCNICA	4
5.	INSPECCIÓN GENERAL	4
6.	PRUEBAS	5
6.1.	PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN DE PRUEBAS	5
6.2.	RESISTENCIA DE AISLAMIENTO	5
6.3.	CORRIENTE DE FUGA	6
6.4.	FACTOR DE POTENCIA DEL AISLAMIENTO	7
7.	DOCUMENTOS DE REFERENCIA	8
7.1	INTERNOS	8
7.2	EXTERNOS	8

Título del documento: PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES PARARRAYOS 220 kV		Documento No.: PE-ZATR-DISE-DG93.006 Versión: 2
Equipo Gestor: HMV Ingenieros del Perú	Revisado y aprobado por: Dirección Ingeniería de Proyectos	Fecha: 2012-07-16 Página: 3 de 8

PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES PARARRAYOS 220 kV

1. OBJETIVO

En este documento se presenta el protocolo de pruebas individuales para los pararrayos de las subestaciones asociadas al Proyecto Zapallal -Trujillo 220 kV / 500 kV.

2. ALCANCE

Se indican cada una de las pruebas y las conexiones requeridas para la puesta en servicio de los pararrayos 220 kV.

Las pruebas se realizarán con base en las recomendaciones de la norma ANSI/NETA ATS-2009 que se consideren aplicables al proyecto.

3. CONTENIDO

Se presenta a continuación el protocolo base para las pruebas de campo aplicables a los pararrayos 220 kV.

Estas pruebas se deben realizar en sitio a cada uno de los equipos después de haber sido montados, con la finalidad de verificar sus condiciones para su entrada en operación.

Título del documento: PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES PARARRAYOS 220 kV		Documento No.: PE-ZATR-DISE-DG93.006 Versión: 2
Equipo Gestor: HMV Ingenieros del Perú	Revisado y aprobado por: Dirección Ingeniería de Proyectos	Fecha: 2012-07-16 Página: 4 de 8

4. DESCRIPCIÓN TÉCNICA

Fabricante:	Tipo:	
Norma:	Año:	Frecuencia nominal (Hz):
Tensión nominal del equipo U_r (kV):	Corriente de descarga asignada I_n (kA):	
Tensión soportada al impulso tipo rayo U_p (kV):	Tensión soportada a la frecuencia industrial U_d (kV):	
Capacidad de disipación de energía kJ / kV(U_r):	Corriente cortocircuito (kA):	
Clase:	Contador de descarga:	

5. INSPECCIÓN GENERAL

Verificación	Datos
Nº de serie sección superior.	
Nº de serie sección inferior.	
Estado de las conexiones a tierra (Estructura y contador de descargas).	
Estado de la porcelana aislante; limpia y libre de material extraño.	
Verificación de la conexión del contador de descargas.	
Estado del galvanizado y pintura de las estructuras.	
Estado de los terminales de alta tensión.	
Instalación de aros equipotenciales, si aplica.	
Número de operaciones del descargador.	

Título del documento: PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES PARARRAYOS 220 kV		Documento No.: PE-ZATR-DISE-DG93.006 Versión: 2
Equipo Gestor: HMV Ingenieros del Perú	Revisado y aprobado por: Dirección Ingeniería de Proyectos	Fecha: 2012-07-16 Página: 5 de 8

6. PRUEBAS

6.1. PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN DE PRUEBAS

El procedimiento para la ejecución de la pruebas se realizará de acuerdo con el documento: _____

6.2. RESISTENCIA DE AISLAMIENTO

6.2.1. Datos generales

Instrumento utilizado	Fabricante / Modelo	Nº de serie	Fecha de calibración
Megóhmetro			
Higrómetro			
Termómetro		N.A	
HR inicial (%):	Tº inicial:	Condiciones ambientales:	Fecha prueba:
HR final (%):	Tº final:		Hora prueba:

6.2.2. Resultados de pruebas

Valores esperados: Valor de resistencia de aislamiento $\geq 100\ 000\ M\Omega$, ANSI/NETA ATS - 2009 Tabla 100.1. Las medidas serán referidas a 20 °C.

Medida entre	Tensión prueba Vcc.	Medido ($M\Omega$)	@ 20 °C ($M\Omega$)
	Tiempo 60 s		
Alta – Masa	5 000		
Sección Superior	5 000		
Sección Inferior	5 000		
Resultado de la prueba:		Aceptable	No aceptable
Observación: _____			

Título del documento: PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES PARARRAYOS 220 kV		Documento No.: PE-ZATR-DISE-DG93.006 Versión: 2
Equipo Gestor: HMV Ingenieros del Perú	Revisado y aprobado por: Dirección Ingeniería de Proyectos	Fecha: 2012-07-16 Página: 6 de 8

6.3. CORRIENTE DE FUGA

6.3.1. Datos generales

Instrumento utilizado	Fabricante / Modelo	Nº de serie	Fecha de calibración
Equipo de inyección			
Higrómetro			
Termómetro		N.A	
HR inicial (%):	Tº inicial	Condiciones ambientales:	Fecha prueba:
HR final (%):	Tº final:		Hora prueba:

6.3.2. Resultados de las pruebas

Valores esperados: La corriente de fuga que se debe presentar bajo las condiciones normales de operación no deben ser mayores a 3 mA, según cláusula 6.1.6.1.1 IEC 60099-5.

Conexión	Corriente medida (mA)
Miliamperímetro antes del contador de descargas	
Resultado de la prueba:	Aceptable No aceptable
Observación: _____	

Título del documento: PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES PARARRAYOS 220 kV		Documento No.: PE-ZATR-DISE-DG93.006 Versión: 2
Equipo Gestor: HMV Ingenieros del Perú	Revisado y aprobado por: Dirección Ingeniería de Proyectos	Fecha: 2012-07-16 Página: 7 de 8

6.4. FACTOR DE POTENCIA DEL AISLAMIENTO

6.4.1. Datos generales

Instrumento utilizado	Fabricante / Modelo	Nº de serie	Fecha de calibración
Equipo de inyección			
Higrómetro			
Termómetro		N.A	
HR inicial (%):	Tº inicial:	Condiciones ambientales:	Fecha prueba:
HR final (%):	Tº final:		Hora prueba:

6.4.2. Resultados de las pruebas

Valores esperados: El valor resultante deberá guardar relación con valores de fábrica ó valores de equipos con características similares.

Aislamiento a medir (Modo prueba)	Tensión prueba (kV)	Freq. (Hz)	I (mA)	Watts (mW)	DF (%)		Cp (pF)	
					Fábrica	Sitio	Fábrica	Sitio
Sección Superior. (UST)	10							
Sección Inferior. (GSTg)	10							
Total (GSTg)	10							
Reporte de pruebas emitido por equipo digital:					Aplica		No aplica	
Resultado de la prueba:					Aceptable		No aceptable	
Observación: _____								

Título del documento: PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES PARARRAYOS 220 KV		Documento No.: PE-ZATR-DISE-DG93.006 Versión: 2
Equipo Gestor: HMV Ingenieros del Perú	Revisado y aprobado por: Dirección Ingeniería de Proyectos	Fecha: 2012-07-16 Página: 8 de 8

Por el contratista	Por la supervisión
Empresa:	Empresa:
Nombre:	Nombre:
Fecha:	Fecha:
Firma:	Firma:
Jefe de pruebas	Inspector
Empresa:	Entidad:
Nombre:	Nombre:
Fecha:	Fecha:
Firma:	Firma:

7. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

7.1 INTERNOS

- [1] PE-ZATR-DISE-DG82-001: "Criterios de diseño electromecánicos y estructuras metálicas".
- [2] PE-ZATR-00010-D002: "Equipos de Alta Tensión - Requisitos Generales".
- [3] PE-ZATR-00010-D003: "Equipos de Alta Tensión - Especificaciones Técnicas".

7.2 EXTERNOS

- [4] ANSI/NETA Standard for Acceptance Testing Specifications for Electrical Power Equipment and Systems, 2009.
- [5] IEC 60099-5, Surge arresters - Selection and application recommendations.
- [6] Subestaciones de Alta y Extra Alta Tensión – Segunda Edición, HMV Ingenieros Ltda., 2003.



PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA DEL PERU S.A.C.



DIRECCIÓN INGENIERÍA DE PROYECTOS
PROYECTO ZAPALLAL – TRUJILLO 220 kV / 500 kV

PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES
SECCIONADORES DOBLE APERTURA 220 kV

SUBESTACIÓN: _____

CELDA: _____

CÓDIGO DE EQUIPO: _____

DOCUMENTO No. : PE-ZATR-DISE-DG93.012

VERSIÓN: 2

REVISIÓN - APROBACIÓN					
Revisión No.		0	1	2	3
Elaborado por:	Nombre	FNA	JRV	RSC	
	Fecha	2012-03-21	2012-06-21	2012-07-16	
Revisado por:	Nombre	AJM	AJM	ARA	
	Fecha	2012-05-24	2012-06-22	2012-07-16	
Aprobado por:	Nombre	AJM	AJM	AJM	
	Fecha	2012-05-24	2012-06-22	2012-07-16	

Queda prohibida la reproducción total o parcial (edición, copia, inclusión en película cinematográfica, videograma o cualquier otra forma de fijación), comunicación en forma pública (ejecución de concursos, representación, declamación, radiodifusión sonora o audiovisual, difusión por parlantes, telefonía, fonógrafos o equipos análogos, etc.), transformación (traducción, arreglo o cualquier otra forma de adaptación) y distribución (venta, arrendamiento o alquiler e importación) de la información contenida.

Título del documento: PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES SECCIONADORES DOBLE APERTURA 220 kV		Documento No.: PE-ZATR-DISE-DG93.012 Versión: 2
Equipo Gestor: HMV Ingenieros del Perú	Revisado y aprobado por: Dirección Ingeniería de Proyectos	Fecha: 2012-07-16 Página: 2 de 8

TABLA DE CONTENIDO

1.	OBJETIVO	3
2.	ALCANCE	3
3.	CONTENIDO	3
4.	DESCRIPCIÓN TÉCNICA	4
5.	INSPECCIÓN GENERAL	4
6.	PRUEBAS	5
6.1.	PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN DE PRUEBAS	5
6.2.	RESISTENCIA DE AISLAMIENTO	5
6.3.	RESISTENCIA DE CONTACTO	6
6.4.	TIEMPOS DE OPERACIÓN Y SIMULTANEIDAD	7
6.5.	CARACTERÍSTICAS DEL MOTOR PARA TIEMPOS DE CIERRE Y APERTURA	7
7.	DOCUMENTOS DE REFERENCIA	8
7.1.	INTERNOS	8
7.2.	EXTERNOS	8

Título del documento: PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES SECCIONADORES DOBLE APERTURA 220 kV		Documento No.: PE-ZATR-DISE-DG93.012 Versión: 2
Equipo Gestor: HMV Ingenieros del Perú	Revisado y aprobado por: Dirección Ingeniería de Proyectos	Fecha: 2012-07-16 Página: 3 de 8

PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES SECCIONADORES DOBLE APERTURA 220 kV

1. OBJETIVO

En este documento se presenta el protocolo de pruebas individuales para los seccionadores doble apertura de las subestaciones asociadas al proyecto Zapallal - Trujillo 200 kV / 500 kV.

2. ALCANCE

Se indican cada una de las pruebas eléctricas y las conexiones requeridas para la puesta en servicio de los seccionadores doble apertura 220 kV, con y sin cuchilla de puesta a tierra.

Las pruebas se realizarán con base en las recomendaciones de la norma ANSI/NETA ATS-2009 que se consideren aplicables al proyecto.

3. CONTENIDO

Se presenta a continuación el protocolo base para las pruebas de campo aplicables a los seccionadores doble apertura 220 kV.

Estas pruebas se deben realizar en sitio a cada uno de los equipos después de haber sido montados, con la finalidad de verificar sus condiciones para su entrada en operación.

Título del documento: PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES SECCIONADORES DOBLE APERTURA 220 KV		Documento No.: PE-ZATR-DISE-DG93.012 Versión: 2
Equipo Gestor: HMV Ingenieros del Perú	Revisado y aprobado por: Dirección Ingeniería de Proyectos	Fecha: 2012-07-16 Página: 4 de 8

4. DESCRIPCIÓN TÉCNICA

Fabricante:		Tipo:
Norma:	Año:	Frecuencia nominal (Hz):
Tensión nominal Ur (kV):		Corriente nominal en servicio Ir (A):
Tensión soportada al impulso tipo rayo Up (kV):		Tensión soportada a la frecuencia industrial Ud (kV):
Corriente de corta duración admisible Ik (kA):		Duración de corto circuito asignado tk (t):
MANDO ELECTRICO SECCIONADOR		
Tipo:		Año:
Tensión circuito auxiliar (control):		Tensión de motor:
MANDO ELECTRICO CUCHILLA DE PUESTA A TIERRA		
Tipo:		Año:
Tensión circuito auxiliar (control):		Tensión de motor:

5. INSPECCIÓN GENERAL

5.1 SECCIONADOR DOBLE APERTURA

Verificación	Datos		
	R	S	T
Nº de serie equipo:			
Nº de serie mando eléctrico:			
Fases			
Estado de las conexiones a tierra.			
Estado de la porcelana aislante; limpia y libre de material extraño.			
Estado del galvanizado y pintura de las estructuras.			
Estado de los terminales de alta tensión.			
Estado de las conexiones secundarias.			
Calibración de los contactos principales.			
Verificar correcta operación manual y eléctrica.			
Operación simultánea de polos al cierre y apertura.			

5.2 CUCHILLA DE PUESTA A TIERRA

Verificación	Datos		
	R	S	T
Fases			
Estado de las conexiones a tierra.			
Estado de la pintura.			
Calibración de los contactos de la cuchilla			
Correcta operación.			
Operación simultánea al cierre y apertura.			

Título del documento: PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES SECCIONADORES DOBLE APERTURA 220 KV		Documento No.: PE-ZATR-DISE-DG93.012 Versión: 2
Equipo Gestor: HMV Ingenieros del Perú	Revisado y aprobado por: Dirección Ingeniería de Proyectos	Fecha: 2012-07-16 Página: 5 de 8

6. PRUEBAS

6.1. PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN DE PRUEBAS

El procedimiento para la ejecución de las pruebas se realizará de acuerdo con el documento: _____

6.2. RESISTENCIA DE AISLAMIENTO

6.2.1. Datos generales

Instrumento utilizado	Fabricante / Modelo	Nº de serie	Fecha de calibración
Megóhmetro			
Higrómetro			
Termómetro		N.A	
HR inicial (%): HR final (%):	Tº inicial: Tº final:	Condiciones ambientales:	Fecha prueba: Hora prueba:

6.2.2. Resultados de la prueba

Valores esperados: Valor de resistencia de aislamiento $\geq 100\ 000\ M\Omega$, ANSI/NETA ATS - 2009 Tabla 100.1. Las medidas serán referidas a 20 °C.

Medida Alta-masa	Tensión aplicada Vcc	Fase R		Fase S		Fase T	
	Tiempo 60 s	Medido (M Ω)	@ 20 °C (M Ω)	Medido (M Ω)	@ 20 °C (M Ω)	Medido (M Ω)	@ 20 °C (M Ω)
Aislador izquierdo	5 000						
Aislador central	5 000						
Aislador derecho	5 000						
Resultado de la prueba:		Aceptable			No aceptable		
Observación: _____							

Título del documento: PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES SECCIONADORES DOBLE APERTURA 220 KV		Documento No.: PE-ZATR-DISE-DG93.012 Versión: 2
Equipo Gestor: HMV Ingenieros del Perú	Revisado y aprobado por: Dirección Ingeniería de Proyectos	Fecha: 2012-07-16 Página: 6 de 8

6.3. RESISTENCIA DE CONTACTO

6.3.1. Datos generales

Instrumento utilizado	Fabricante / Modelo	Nº de serie	Fecha de calibración
Equipo de inyección			
Higrómetro			
Termómetro		N.A	
HR inicial (%):	Tº inicial	Condiciones ambientales:	Fecha prueba:
HR final (%):	Tº final:		Hora prueba:

6.3.2. Resultados de la pruebas

Valores esperados: La resistencia medida en sitio no deberá tener un valor mayor al 20 % del valor dado de las pruebas FAT, según cláusula 6.102.3.2, IEC 62271-102.

Medida en	Corriente prueba (A)	Fase R		Fase S		Fase T	
		Fábrica ($\mu\Omega$)	Medido ($\mu\Omega$)	Fábrica ($\mu\Omega$)	Medido ($\mu\Omega$)	Fábrica ($\mu\Omega$)	Medido ($\mu\Omega$)
Seccionador	100						
Cuchilla de tierra	100						
Reporte de pruebas emitido por equipo digital:		Aplica		No aplica			
Resultado de la prueba:		Aceptable		No aceptable			
Observación:	<hr/> <hr/> <hr/> <hr/>						

Título del documento: PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES SECCIONADORES DOBLE APERTURA 220 kV		Documento No.: PE-ZATR-DISE-DG93.012 Versión: 2
Equipo Gestor: HMV Ingenieros del Perú	Revisado y aprobado por: Dirección Ingeniería de Proyectos	Fecha: 2012-07-16 Página: 7 de 8

6.4. TIEMPOS DE OPERACIÓN Y SIMULTANEIDAD

6.4.1. Resultados de la prueba

Valores esperados: El tiempo de operación deberá ser ≤ 10 s, según características técnicas garantizadas del fabricante.

Maniobra	Tiempo medido (s)	Valor esperado (s)
Seccionador		
Cierre		10
Apertura		10
Simultaneidad		
Cuchilla de tierra		Valor esperado (s)
Cierre		10
Apertura		10
Simultaneidad		
Resultado de la prueba:	Aceptable	No aceptable
Observación:	_____	

6.5. CARACTERÍSTICAS DEL MOTOR PARA TIEMPOS DE CIERRE Y APERTURA

6.5.1. Datos generales

Instrumento utilizado	Fabricante / Modelo	Nº de serie	Fecha de calibración
Pinza amperimétrica			
Fecha de prueba:	Hora de prueba:		

6.5.2. Resultados de la prueba

Valores esperados: Tomar dato de consumo de corriente de placa característica del motor.

Maniobra	Corriente máxima medida (A)	Valor esperado corriente (A)
Seccionador		
Cierre		
Apertura		
Cuchilla de Tierra		
Cierre		
Apertura		
Resultado de la prueba:	Aceptable	No aceptable
Observación:	_____	

Título del documento: PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES SECCIONADORES DOBLE APERTURA 220 kV		Documento No.: PE-ZATR-DISE-DG93.012 Versión: 2
Equipo Gestor: HMV Ingenieros del Perú	Revisado y aprobado por: Dirección Ingeniería de Proyectos	Fecha: 2012-07-16 Página: 8 de 8

Por el contratista	Por la supervisión
Empresa:	Empresa:
Nombre:	Nombre:
Fecha:	Fecha:
Firma:	Firma:
Jefe de pruebas	Inspector
Empresa:	
Nombre:	
Fecha:	
Firma:	

7. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

7.1. INTERNOS

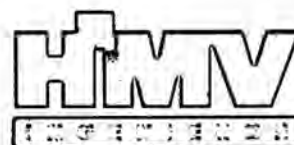
- [1] PE-ZATR-DISE-DG82-001: "Criterios de diseño electromecánicos y estructuras metálicas".
- [2] PE-ZATR-00010-D002: "Equipos de Alta Tensión - Requisitos generales".
- [3] PE-ZATR-00010-D003: "Equipos de Alta Tensión - Especificaciones técnicas".

7.2. EXTERNOS

- [4] ANSI/NETA Standard for Acceptance Testing Specifications for Electrical Power Equipment and Systems, 2009.
- [5] IEC 62271-102, Alternating current disconnectors and earthing switches.
- [6] Subestaciones de Alta y Extra Alta Tensión – Segunda Edición, HMV Ingenieros Ltda., 2003.



PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA DEL PERU S.A.C.



DIRECCIÓN INGENIERÍA DE PROYECTOS
PROYECTO ZAPALLAL - TRUJILLO 220 kV / 500 kV

PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES
TRANSFORMADORES DE TENSIÓN 220 KV

SUBESTACIÓN: _____

CELDA: _____

CÓDIGO DE EQUIPO: _____

FASE: _____

DOCUMENTO No. : PE-ZATR-DISE-DG93.013

VERSIÓN: 2

REVISIÓN - APROBACIÓN					
Revisión No.		0	1	2	3
Elaborado por:	Nombre	FNA	JRV	RSC	
	Fecha	2012-03-21	2012-06-21	2012-07-16	
Revisado por:	Nombre	AJM	AJM	ARA	
	Fecha	2012-05-24	2012-06-22	2012-07-16	
Aprobado por:	Nombre	AJM	AJM	AJM	
	Fecha	2012-05-24	2012-06-22	2012-07-16	

Queda prohibida la reproducción total o parcial (edición, copia, inclusión en película cinematográfica, videograma o cualquier otra forma de fijación), comunicación en forma pública (ejecución de concursos, representación, declamación, radiodifusión sonora o audiovisual, difusión por parlantes, telefonía, fonógrafos o equipos análogos, etc.), transformación (traducción, arreglo o cualquier otra forma de adaptación) y distribución (venta, arrendamiento o alquiler e importación) de la información contenida.

Título del documento: PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES TRANSFORMADORES DE TENSIÓN 220 kV		Documento No.: PE-ZATR-DISE-DG93.013 Versión: 2
Equipo Gestor: HMV Ingenieros del Perú	Revisado y aprobado por: Dirección Ingeniería de Proyectos	Fecha: 2012-07-16 Página: 2 de 8

TABLA DE CONTENIDO

1.	OBJETIVO	3
2.	ALCANCE	3
3.	CONTENIDO	3
4.	DESCRIPCIÓN TÉCNICA	4
5.	INSPECCIÓN GENERAL	4
6.	PRUEBAS	5
6.1.	PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN DE PRUEBAS	5
6.2.	RESISTENCIA DE AISLAMIENTO	5
6.3.	FACTOR DE POTENCIA	6
6.4.	RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN Y POLARIDAD	7
7.	DOCUMENTOS DE REFERENCIA	8
7.1	INTERNOS	8
7.2	EXTERNOS	8

Título del documento: PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES TRANSFORMADORES DE TENSIÓN 220 kV		Documento No.: PE-ZATR-DISE-DG93.013 Versión: 2
Equipo Gestor: HNV Ingenieros del Perú	Revisado y aprobado por: Dirección Ingeniería de Proyectos	Fecha: 2012-07-16 Página: 3 de 8

PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES TRANSFORMADORES DE TENSIÓN 220 kV

1. OBJETIVO

En este documento se presenta el protocolo de pruebas individuales para los transformadores de tensión de 220 kV de las subestaciones asociadas al proyecto Zapallal - Trujillo 220 kV / 500 kV.

2. ALCANCE

Se indican cada una de las pruebas eléctricas requeridas para la puesta en servicio de los transformadores de tensión 220 kV.

Las pruebas se realizarán con base en las recomendaciones de la norma ANSI/NETA ATS-2009 que se consideren aplicables al proyecto.

3. CONTENIDO

Se presenta a continuación el protocolo base para las pruebas de campo aplicables a los transformadores de tensión 220 kV.

Estas pruebas se deben realizar en sitio a cada uno de los equipos después de haber sido montados, con la finalidad de verificar sus condiciones para su entrada en operación.

Título del documento: PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES TRANSFORMADORES DE TENSIÓN 220 kV		Documento No.: PE-ZATR-DISE-DG93.013 Versión: 2
Equipo Gestor: HMV Ingenieros del Perú	Revisado y aprobado por: Dirección Ingeniería de Proyectos	Fecha: 2012-07-16 Página: 4 de 8

4. DESCRIPCIÓN TÉCNICA

Fabricante:	Tipo:
Norma:	Año:
Tensión nominal del equipo U_r (kV):	Frecuencia nominal (Hz):
Tensión soportada al impulso tipo rayo U_p (kV):	Tensión soportada a la frecuencia industrial U_d (kV):
Tensión nominal primaria (kV):	Tensión nominal secundaria (V):
Factor de tensión V / t :	CR (pF):
Capacitor inferior (pF):	C1 (pF):
Capacitor superior (pF):	C2 (pF):

Núcleo N°:	Relación:	Clase de precisión:	Carga (VA):	Carga térmica (VA):
1a – 1n				
2a – 2n				

5. INSPECCIÓN GENERAL

Verificación	Datos
Nº de serie equipo:	
Nº de serie capacitor inferior:	
Nº de serie capacitor superior:	
Estado de las conexiones a tierra.	
Estado de la porcelana aislante: limpia y libre de material extraño.	
Estado del galvanizado y pintura de las estructuras.	
Estado de los terminales de alta tensión.	
Estado de los interruptores MCB.	
Verificación visual de estanqueidad o hermeticidad.	

Título del documento: PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES TRANSFORMADORES DE TENSIÓN 220 kV		Documento No.: PE-ZATR-DISE-DG93.013 Versión: 2
Equipo Gestor: HMV Ingenieros del Perú	Revisado y aprobado por: Dirección Ingeniería de Proyectos	Fecha: 2012-07-16 Página: 5 de 8

6. PRUEBAS

6.1. PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN DE PRUEBAS

El procedimiento para la ejecución de las pruebas se realizará de acuerdo con el documento: _____

6.2. RESISTENCIA DE AISLAMIENTO

6.2.1 Datos generales

Instrumento utilizado	Fabricante / Modelo	Nº de serie	Fecha de calibración
Megóhmetro			
Higrómetro			
Termómetro		N.A	
HR inicial (%):	Tº inicial:	Condiciones ambientales:	Fecha prueba:
HR final (%):	Tº final:		Hora prueba:

6.2.2 Resultado de la prueba

Valores esperados: Valor de resistencia de aislamiento $\geq 100\ 000\ M\Omega$, ANSI/NETA ATS - 2009 Tabla 100.1.
Las medidas serán referidas a 20 °C.

Medida entre	Alta – masa	Alta – 1a	Alta – 2a	1a -masa	2a - masa	1a– 2a
Tensión prueba Vcc. Tiempo 60 s	5 000	5 000	5 000	500	500	500
Medido (M Ω)						
@ 20 °C (M Ω)						
Resultado de la prueba:	Aceptable			No aceptable		
Observación:	_____					

Título del documento: PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES TRANSFORMADORES DE TENSION 220 kV		Documento No.: PE-ZATR-DISE-DG93.013 Versión: 2
Equipo Gestor: HMV Ingenieros del Perú	Revisado y aprobado por: Dirección Ingeniería de Proyectos	Fecha: 2012-07-16 Página: 6 de 8

6.3. FACTOR DE POTENCIA

6.3.1. Datos generales

Instrumento utilizado	Fabricante / Modelo	Nº de serie	Fecha de calibración
Equipo de inyección			
Higrómetro			
Termómetro		N.A	
HR inicial (%):	Tº inicial	Condiciones ambientales:	Fecha prueba:
HR final (%):	Tº final:		Hora prueba:

6.3.2. Resultados de las pruebas

Valores esperados: El factor de disipación ($\tan\delta$) medido deberá tener un valor $\leq 0,5\%$, según IEEE C57.13. El valor de la capacitancia C_p no debe variar en un rango mayor a $\pm 5\%$ del valor dado de las pruebas FAT, según IEC 60044-5.

Aislamiento a medir (Modo prueba)	Tensión prueba (kV)	Frec. (Hz)	I (mA)	Watts (mW)	DF (%)		Cp (pF)	
					Fábrica	Sitio	Fábrica	Sitio
C. Sup.(UST)	10							
C. Inf. (GSTg)	10							
C. Total (Cr) (GST)	10							
C2 (GSTg)	2							
C1-1 (GSTg)	10							
Reporte de pruebas emitido por equipo digital:					Aplica		No aplica	
Resultado de la prueba:					Aceptable		No aceptable	
Observación: _____								

Título del documento: PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES TRANSFORMADORES DE TENSIÓN 220 kV		Documento No.: PE-ZATR-DISE-DG93.013 Versión: 2
Equipo Gestor: HMV Ingenieros del Perú	Revisado y aprobado por: Dirección Ingeniería de Proyectos	Fecha: 2012-07-16 Página: 7 de 8

6.4. RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN Y POLARIDAD

6.4.1. Datos generales

Instrumento utilizado	Fabricante / Modelo	N° de serie	Fecha de calibración
Fecha de prueba:		Hora de prueba:	

6.4.2. Resultados de las pruebas

Valores esperados: El límite de error de tensión: $\pm 0,2\%$ y el porcentaje de desplazamiento de fase: $\pm 0,3 \cdot 10^{-2}$ rad (± 10 minutos), según IEC 60044-5 Tabla 16.

Núcleo N°	Relación medida		Error (%)	Desfase (°)	Polaridad
	Fábrica	Sitio			
1a-1n					
2a-2n					
Reporte de pruebas emitido por equipo digital			Aplica	No aplica	
Resultado de la prueba:			Aceptable	No aceptable	
Observación: _____					

Título del documento: PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES TRANSFORMADORES DE TENSIÓN 220 kV		Documento No.: PE-ZATR-DISE-DG93.013 Versión: 2
Equipo Gestor: HMV Ingenieros del Perú	Revisado y aprobado por: Dirección Ingeniería de Proyectos	Fecha: 2012-07-16 Página: 8 de 8

Por el contratista	Por la supervisión
Empresa:	Empresa:
Nombre:	Nombre:
Fecha:	Fecha:
Firma:	Firma:
Jefe de pruebas	Inspector
Empresa:	Entidad:
Nombre:	Nombre:
Fecha:	Fecha:
Firma:	Firma:

7. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

7.1 INTERNOS

- [1] PE-ZATR-DISE-DG82-001: "Criterios de diseño electromecánicos y estructuras metálicas".
- [2] PE-ZATR-00010-D002: "Equipos de Alta Tensión - Requisitos Generales".
- [3] PE-ZATR-00010-D003: "Equipos de Alta Tensión - Especificaciones Técnicas".

7.2 EXTERNOS

- [4] ANSI/NETA Standard for Acceptance Testing Specifications for Electrical Power Equipment and Systems, 2009.
- [5] IEC 60044-5, Instrument transformers – Capacitor voltage transformer.
- [6] Subestaciones de Alta y Extra Alta Tensión – Segunda Edición, HMV Ingenieros Ltda., 2003.



PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA DEL PERU S.A.C.



DIRECCIÓN INGENIERÍA DE PROYECTOS

PROYECTO ZAPALLAL - TRUJILLO 220 kV / 500 kV

PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES

INTERRUPTORES 500 kV

SUBESTACIÓN: _____

CELDA: _____

CÓDIGO DE EQUIPO: _____

DOCUMENTO No. : PE-ZATR-DISE-DG93.014

VERSIÓN: 2

REVISIÓN - APROBACIÓN					
Revisión No.		0	1	2	3
Elaborado por:	Nombre	FNA	FVH	FVH	
	Fecha	2012-05-24	2012-06-21	2012-07-16	
Revisado por:	Nombre	AJM	ARA	ARA	
	Fecha	2012-05-24	2012-06-21	2012-07-16	
Aprobado por:	Nombre	AJM	AJM	AJM	
	Fecha	2012-05-24	2012-06-21	2012-07-16	

Queda prohibida la reproducción total o parcial (edición, copia, inclusión en película cinematográfica, videograma o cualquier otra forma de fijación), comunicación en forma pública (ejecución de concursos, representación, declamación, radiodifusión sonora o audiovisual, difusión por parlantes, telefonía, fonógrafos o equipos análogos, etc.), transformación (traducción, arreglo o cualquier otra forma de adaptación) y distribución (venta, arrendamiento o alquiler e importación) de la información contenida.

Título del documento: PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES INTERRUPTORES 500 kV		Documento No.: PE-ZATR-DISE-DG93.014 Versión: 2
Equipo Gestor: HMV Ingenieros del Perú	Revisado y aprobado por: Dirección Ingeniería de Proyectos	Fecha: 2012-07-23 Página: 2 de 11

TABLA DE CONTENIDO

1.	OBJETIVO	3
2.	ALCANCE	3
3.	CONTENIDO	3
4.	DESCRIPCIÓN TÉCNICA	4
5.	INSPECCIÓN GENERAL	5
6.	PRUEBAS	6
6.1.	PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN DE PRUEBAS	6
6.2.	RESISTENCIA DE AISLAMIENTO	6
6.3.	RESISTENCIA DE CONTACTO	7
6.4.	FACTOR DE POTENCIA DE AISLAMIENTO	8
6.5.	TIEMPOS DE OPERACIÓN Y CARACTERÍSTICAS BOBINAS DE CIERRE Y APERTURA	9
7.	VERIFICACIONES FINALES	10
8.	DOCUMENTOS DE REFERENCIA	11
8.1	INTERNOS	11
8.2	EXTERNOS	11

Título del documento: PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES INTERRUPTORES 500 kV		Documento No.: PE-ZATR-DISE-DG93.014 Versión: 2
Equipo Gestor: HMV Ingenieros del Perú	Revisado y aprobado por: Dirección Ingeniería de Proyectos	Fecha: 2012-07-23 Página: 3 de 11

PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES INTERRUPTORES 500 kV

1. OBJETIVO

En este documento se presenta el protocolo de pruebas individuales para los interruptores de potencia de 500 kV de las subestaciones asociadas al proyecto Zapallal - Trujillo 220 kV / 500 kV.

2. ALCANCE

Se indican cada una de las pruebas eléctricas requeridas para la puesta en servicio de los interruptores de potencia 500 kV.

Las pruebas se realizarán con base en las recomendaciones de la norma ANSI/NETA ATS-2009 que se consideren aplicables al proyecto.

3. CONTENIDO

Se presenta a continuación el protocolo base para las pruebas de campo aplicables a los interruptores de potencia 500 kV.

Estas pruebas se deben realizar en sitio a cada uno de los equipos después de haber sido montados, con la finalidad de verificar sus condiciones para su entrada en operación.

Título del documento: PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES INTERRUPTORES 500 kV		Documento No.: PE-ZATR-DISE-DG93.014 Versión: 2
Equipo Gestor: HMV Ingenieros del Perú	Revisado y aprobado por: Dirección Ingeniería de Proyectos	Fecha: 2012-07-23 Página: 4 de 11

4. DESCRIPCIÓN TÉCNICA

INTERRUPTOR DE POTENCIA		
Fabricante:		Tipo:
Norma:	Año:	Frecuencia nominal f_r (Hz):
Tensión nominal U_r (kV):		Corriente nominal de servicio I_r (A):
Tensión soportada al impulso tipo rayo U_p (kV):		Tensión soportada al impulso tipo maniobra U_s (kV):
Corriente nominal de ruptura en cortocircuito I_{sc} (kA):		Duración de corto circuito asignado t_k (t):
Corriente nominal de ruptura de cable I_c (A):		Corriente nominal de ruptura de línea I_l (A):
Número de polos:		Número de cámaras por polo:
Medio de extinción:		Clase mecanismo de operación:
Tensión circuito auxiliar (control):		Tensión de motor:
Tensión de bobina de apertura y cierre:		Calefacción:
Secuencia nominal de maniobra:		
CONDENSADOR		
Fabricante:		Tipo:
Capacidad (pF):		Tensión nominal U_r (kV):
RESISTENCIA DE PRE-INSERCIÓN		
Fabricante:		Tipo:
Capacidad (pF):		Tensión nominal U_r (kV):

Título del documento: PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES INTERRUPTORES 500 kV		Documento No.: PE-ZATR-DISE-DG93.014 Versión: 2
Equipo Gestor: HMV Ingenieros del Perú	Revisado y aprobado por: Dirección Ingeniería de Proyectos	Fecha: 2012-07-23 Página: 5 de 11

5. INSPECCIÓN GENERAL

Verificación	Datos		
	R	S	T
Nº de serie del equipo.			
Nº de serie de condensador, si aplica.			
Nº de serie de resistencia pre-inserción, si aplica.			
Fases			
Estado de las conexiones a tierra, caja de mando y de maniobras.			
Estado de la porcelana aislante; limpia y libre de material extraño.			
Estado del galvanizado y pintura de la estructura soporte.			
Montaje conforme a las instrucciones del catálogo de fabricante.			
Estado de las conexiones secundarias, según ingeniería.			
Esquema de conexiones, última versión, de fabricante.			
Verificar el funcionamiento de los manómetros de presión del gas SF6.			
Verificar presión de carga del SF6 según recomendación del fabricante del equipo.			
Verificar tensión de alimentación 220 Vcc. control, motor, bobina.			
Equipo totalmente torquizado, con par de apriete recomendado.			
Correcto ensamblaje de sistema antisísmico, si aplica.			
Número de operaciones inicial			

Título del documento: PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES INTERRUPTORES 500 kV		Documento No.: PE-ZATR-DISE-DG93.014 Versión: 2
Equipo Gestor: HMV Ingenieros del Perú	Revisado y aprobado por: Dirección Ingeniería de Proyectos	Fecha: 2012-07-23 Página: 6 de 11

6. PRUEBAS

6.1. PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN DE PRUEBAS

El procedimiento para la ejecución de la pruebas se realizará de acuerdo con el documento: _____

6.2. RESISTENCIA DE AISLAMIENTO

6.2.1. Datos generales

Instrumento utilizado	Fabricante / Modelo	Nº de serie	Fecha de calibración
Megóhmetro			
Higrómetro			
Termómetro		N.A	
HR inicial (%): HR final (%):	Tº inicial: Tº final:	Condiciones ambientales:	Fecha prueba: Hora prueba:

6.2.2. Resultados de las prueba

Valores esperados: Valor de resistencia de aislamiento $\geq 100\ 000\ M\Omega$, ANSI/NETA ATS - 2009 Tabla 100.1. Las medidas obtenidas serán referidas a 20 °C.

Medida entre	Tensión prueba Vcc.	Fase R		Fase S		Fase T	
	Tiempo 60 s	Medido (M Ω)	@ 20 °C (M Ω)	Medido (M Ω)	@ 20 °C (M Ω)	Medido (M Ω)	@ 20 °C (M Ω)
Cámara 1 (C1)	5 000						
Cámara 2 (C2)	5 000						
Polo completo	5 000						
(C1) - Aisl. soporte	5 000						
(C2) - Aisl. soporte	5 000						
Aislador soporte	5 000						
Resultado de la prueba:		Aceptable		No aceptable			
Observación: _____							

Título del documento: PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES INTERRUPTORES 500 KV		Documento No.: PE-ZATR-DISE-DG93.014 Versión: 2
Equipo Gestor: HMV Ingenieros del Perú	Revisado y aprobado por: Dirección Ingeniería de Proyectos	Fecha: 2012-07-23 Página: 7 de 11

6.3. RESISTENCIA DE CONTACTO

6.3.1. Datos generales

Instrumento utilizado	Fabricante / Modelo	Nº de serie	Fecha de calibración
Equipo de inyección			
Higrómetro			
Termómetro		N.A	
HR inicial (%):	Tº inicial	Condiciones ambientales:	Fecha prueba:
HR final (%):	Tº final:		Hora prueba:

6.3.2. Resultados de las prueba

Valores esperados: Desviación no mayor al 20 % con respecto al valor obtenido en las pruebas FAT, según cláusula 7.3, IEC 62271-100.

Medida en	Corriente de prueba (A)	Fase R		Fase S		Fase T	
		Fábrica ($\mu\Omega$)	Sitio ($\mu\Omega$)	Fábrica ($\mu\Omega$)	Sitio ($\mu\Omega$)	Fábrica ($\mu\Omega$)	Sitio ($\mu\Omega$)
Polo completo	100						
Cámara 1	100						
Cámara 2	100						
Reporte de pruebas emitido por equipo digital		Aplica		No aplica			
Resultado de la prueba:		Aceptable		No aceptable			
Observación: _____							

Título del documento: PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES INTERRUPTORES 500 kV		Documento No.: PE-ZATR-DISE-DG93.014 Versión: 2
Equipo Gestor: HMV Ingenieros del Perú	Revisado y aprobado por: Dirección Ingeniería de Proyectos	Fecha: 2012-07-23 Página: 8 de 11

6.4. FACTOR DE POTENCIA DE AISLAMIENTO

6.4.1. Datos generales

Instrumento utilizado	Fabricante / Modelo	Nº de serie	Fecha de calibración
Equipo de inyección			
Higrómetro			
Termómetro		N.A	
HR inicial (%):	Tº inicial:	Condiciones ambientales:	Fecha prueba:
HR final (%):	Tº final:		Hora prueba:

6.4.2. Resultados de las pruebas

Valores esperados: Los valores del factor de potencia o de disipación $\tan\delta$ (DF) y la capacitancia (Cp) deberán ser $\pm 10\%$ de los valores de fábrica, según cláusula 7.6.4 de la ANSI/NETA ATS - 2009.

Fase	Aislamiento a medir (Modo de prueba)	Tensión prueba (kV)	Freq. (Hz)	I (mA)	Watts (mW)	DF (%)		Cp (pF)	
						Fábrica	Medido	Fábrica	Medido
R	Cámara 1	10							
	Cámara 2	10							
	Aislador	10							
S	Cámara 1	10							
	Cámara 2	10							
	Aislador	10							
T	Cámara 1	10							
	Cámara 2	10							
	Aislador	10							
Reporte de pruebas emitido por equipo digital						Aplica		No aplica	
Resultado de la prueba:						Aceptable		No aceptable	
Observación: _____									

Título del documento: PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES INTERRUPTORES 500 kV		Documento No.: PE-ZATR-DISE-DG93.014 Versión: 2
Equipo Gestor: HMV Ingenieros del Perú	Revisado y aprobado por: Dirección Ingeniería de Proyectos	Fecha: 2012-07-23 Página: 9 de 11

6.5. TIEMPOS DE OPERACIÓN Y CARACTERÍSTICAS BOBINAS DE CIERRE Y APERTURA

6.5.1. Datos generales

Instrumento utilizado	Fabricante / Modelo	Nº de serie	Fecha de calibración
Equipo de prueba			
Fecha de prueba:		Hora de prueba:	
Lectura inicial	Fase R	Fase S	Fase T
Presión SF6			
Cantidad de maniobras registradas			
Temperatura °C:	Humedad:		

6.5.2. Tiempo de operación del interruptor

Valores esperados: Los valores de referencia serán tomados de la placa característica del equipo y las tolerancias del protocolo de pruebas FAT.

Maniobra	Tiempo de operación (ms)			Valor esperado (ms)	Discordancia de tiempo de operación
	Fase R	Fase S	Fase T		
Cierre (C)					
Apertura 1 (O1)					
Apertura 2 (O2)					
Cierre-apertura (C-O)					
Apertura-cierre-apertura (C-O-C)					
Reporte de pruebas emitido por equipo digital	Aplica		No aplica		
Resultado de la prueba:	Aceptable		No aceptable		
Observación:	_____				

Título del documento: PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES INTERRUPTORES 500 kV		Documento No.: PE-ZATR-DISE-DG93.014 Versión: 2
Equipo Gestor: HMV Ingenieros del Perú	Revisado y aprobado por: Dirección Ingeniería de Proyectos	Fecha: 2012-07-23 Página: 10 de 11

6.5.3. Corriente de consumo y tensión en bobinas y motor

Valores esperados: Los valores esperados serán tomados de la placa característica del equipo. La tensión para bobina y motor es 220 Vcc.

Bobina	Corriente nominal (A)	Corriente medida (A)			Tensión medida (V)		
		Fase R	Fase S	Fase T	Fase R	Fase S	Fase T
Cierre							
Apertura 1							
Apertura 2							
Resultado de la prueba		Aceptable			No aceptable		
Motor	Corriente nominal (A)	Corriente medida (A)			Tensión medida (V)		
		Fase R	Fase S	Fase T	Fase R	Fase S	Fase T
Corriente arranque							
Corriente constante							
Resultado de la prueba		Aceptable			No aceptable		
Observación: _____							

7. VERIFICACIONES FINALES

Descripción	Fase R	Fase S	Fase T
Lectura final contador maniobra.			
Verificación de la estanqueidad de gas SF6.			
Verificación de dispositivo anti bombeo.			
Verificación del funcionamiento del resorte de cierre.			
Verificación de la apertura de emergencia.			
Verificación de la apertura local mecánica/eléctrica.			
Calefacción.			
Iluminación.			
Verificación del sellado de gabinetes.			
Verificar que se realizaron 5 maniobras de conmutación.			

Título del documento: PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES INTERRUPTORES 500 kV		Documento No.: PE-ZATR-DISE-DG93.014 Versión: 2
Equipo Gestor: HMV Ingenieros del Perú	Revisado y aprobado por: Dirección Ingeniería de Proyectos	Fecha: 2012-07-23 Página: 11 de 11

Por el contratista	Por la supervisión
Empresa:	Empresa:
Nombre:	Nombre:
Fecha:	Fecha:
Firma:	Firma:
Jefe de pruebas	Inspector
Empresa:	Entidad:
Nombre:	Nombre:
Fecha:	Fecha:
Firma:	Firma:

8. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

8.1 INTERNOS

- [1] PE-ZATR-DISE-DG82-001: "Criterios de diseño electromecánicos y estructuras metálicas".
- [2] PE-ZATR-00010-D002: "Equipos de Alta Tensión - Requisitos Generales".
- [3] PE-ZATR-00010-D003: "Equipos de Alta Tensión - Especificaciones Técnicas".

8.2 EXTERNOS

- [4] ANSI/NETA Standard for Acceptance Testing Specifications for Electrical Power Equipment and Systems, 2009.
- [5] Subestaciones de Alta y Extra Alta Tensión – Segunda Edición, HMV Ingenieros Ltda., 2003.
- [6] IEC 62271 – High-Voltage Switchgear and Controlgear – Part 100: Alternating-Current Circuit-Breakers, 2008.
- [7] 927-10330-522, Instrucciones de servicio, interruptores de potencia 500 kV, modelo 3AP3-FI.
- [8] 927-10330-521, Instrucciones de servicio, interruptores de potencia 500 kV, modelo 3AP2-FI.



PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA DEL PERU S.A.C.



DIRECCIÓN INGENIERÍA DE PROYECTOS
PROYECTO ZAPALLAL - TRUJILLO 220 kV / 500 kV

PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES
SECCIONADOR SEMIPANTÓGRAFO 500 kV

SUBESTACIÓN: _____

CELDA: _____

CÓDIGO DE EQUIPO: _____

DOCUMENTO No. : PE-ZATR-DISE-DG93.015

VERSIÓN: 2

REVISIÓN - APROBACIÓN					
Revisión No.		0	1	2	3
Elaborado por:	Nombre	FNA	JRV	FVH	
	Fecha	2012-05-24	2012-06-21	2012-07-16	
Revisado por:	Nombre	AJM	AJM	ARA	
	Fecha	2012-05-24	2012-06-22	2012-07-16	
Aprobado por:	Nombre	AJM	AJM	AJM	
	Fecha	2012-05-24	2012-06-22	2012-07-16	

Queda prohibida la reproducción total o parcial (edición, copia, inclusión en película cinematográfica, videograma o cualquier otra forma de fijación), comunicación en forma pública (ejecución de concursos, representación, declamación, radiodifusión sonora o audiovisual, difusión por parlantes, telefonía, fonógrafos o equipos análogos, etc.), transformación (traducción, arreglo o cualquier otra forma de adaptación) y distribución (venta, arrendamiento o alquiler e importación) de la información contenida.

Título del documento: PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES SECCIONADOR SEMIPANTÓGRAFO 500 KV		Documento No.: PE-ZATR-DISE-DG93.015 Versión: 2
Equipo Gestor: HMV Ingenieros del Perú	Revisado y aprobado por: Dirección Ingeniería de Proyectos	Fecha: 2012-07-16 Página: 2 de 8

TABLA DE CONTENIDO

1.	OBJETIVO	3
2.	ALCANCE	3
3.	CONTENIDO.....	3
4.	DESCRIPCIÓN TÉCNICA.....	4
5.	INSPECCIÓN GENERAL	4
6.	PRUEBAS	5
6.1.	PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN DE PRUEBAS	5
6.2.	RESISTENCIA DE AISLAMIENTO	5
6.3.	RESISTENCIA DE CONTACTO.....	6
6.4.	TIEMPOS DE OPERACIÓN Y SIMULTANEIDAD	7
6.5.	CARACTERÍSTICAS DEL MOTOR PARA TIEMPOS DE CIERRE Y APERTURA.....	7
7.	DOCUMENTOS DE REFERENCIA.....	8
7.1.	INTERNOS.....	8
7.2.	EXTERNOS.....	8

Título del documento: PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES SECCIONADOR SEMIPANTÓGRAFO 500 kV		Documento No.: PE-ZATR-DISE-DG93.015 Versión: 2
Equipo Gestor: HMV Ingenieros del Perú	Revisado y aprobado por: Dirección Ingeniería de Proyectos	Fecha: 2012-07-16 Página: 3 de 8

PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES SECCIONADORES SEMIPANTÓGRAFO 500 kV

1. OBJETIVO

En este documento se presenta el protocolo de pruebas individuales para los seccionadores semipantógrafos de 500 kV de las subestaciones asociadas al Proyecto Zapallal -Trujillo 220 kV / 500 kV.

2. ALCANCE

Se indican cada una de las pruebas eléctricas requeridas para la puesta en servicio de los seccionadores semipantógrafos de 500 kV, con y sin cuchilla de puesta a tierra.

Las pruebas se realizarán con base en las recomendaciones de la norma ANSI/NETA ATS-2009 que se consideren aplicables al proyecto.

3. CONTENIDO

Se presenta a continuación el protocolo base para las pruebas de campo aplicables a los seccionadores semipantógrafos de 500 kV.

Estas pruebas se deben realizar en sitio a cada uno de los equipos después de haber sido montados, con la finalidad de verificar sus condiciones para su entrada en operación.

Título del documento: PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES SECCIONADOR SEMIPANTÓGRAFO 500 kV		Documento No.: PE-ZATR-DISE-DG93.015 Versión: 2
Equipo Gestor: HMV Ingenieros del Perú	Revisado y aprobado por: Dirección Ingeniería de Proyectos	Fecha: 2012-07-16 Página: 4 de 8

4. DESCRIPCIÓN TÉCNICA

Fabricante:		Tipo:
Norma:	Año:	Frecuencia nominal (Hz):
Tensión nominal U_r (kV):		Corriente nominal en servicio I_r (A):
Tensión soportada al impulso tipo rayo U_p (kV):		Tensión soportada al impulso tipo maniobra U_s (kV):
Corriente de corta duración admisible I_k (kA):		Duración de corto circuito asignado t_k (t):
MANDO ELECTRICO SECCIONADOR		
Tipo:		Año:
Tensión circuito auxiliar (control):		Tensión de motor:
MANDO ELECTRICO CUCHILLA DE PUESTA A TIERRA		
Tipo:		Año:
Tensión circuito auxiliar (control):		Tensión de motor:

5. INSPECCIÓN GENERAL

5.1 SECCIONADOR SEMIPANTÓGRAFO

Verificación	Datos		
	R	S	T
Nº de serie del equipo.			
Fases			
Nº de serie del mando eléctrico			
Estado de las conexiones a tierra.			
Estado de la porcelana aislante; limpia y libre de material extraño.			
Estado del galvanizado y pintura de las estructuras.			
Estado de los terminales de alta tensión.			
Estado de las conexiones secundarias.			
Calibración de los contactos principales.			
Verificar correcta operación manual y automática.			
Sentido de apertura y desplazamiento angular.			
Operación simultánea de polos al cierre y apertura.			

5.2 CUCHILLA DE PUESTA A TIERRA

Verificación	Datos		
	R	S	T
Fases			
Estado de las conexiones a tierra.			
Estado de la pintura.			
Calibración de los contactos de la cuchilla			
Correcta operación.			
Operación simultánea al cierre y apertura.			

Título del documento: PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES SECCIONADOR SEMIPANTÓGRAFO 500 kV		Documento No.: PE-ZATR-DISE-DG93.015 Versión: 2
Equipo Gestor: HMV Ingenieros del Perú	Revisado y aprobado por: Dirección Ingeniería de Proyectos	Fecha: 2012-07-16 Página: 5 de 8

6. PRUEBAS

6.1. PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN DE PRUEBAS

El procedimiento para la ejecución de la pruebas se realizará de acuerdo con el documento: _____

6.2. RESISTENCIA DE AISLAMIENTO

6.2.1. Datos generales

Instrumento utilizado	Fabricante / Modelo	Nº de serie	Fecha de calibración
Megóhmetro			
Higrómetro			
Termómetro		N.A.	
HR inicial (%): HR final (%):	Tº inicial: Tº final:	Condiciones ambientales:	Fecha prueba: Hora prueba:

6.2.2. Resultados de las prueba

Valores esperados: Valor de resistencia de aislamiento $\geq 100\ 000\ M\Omega$, ANSI/NETA ATS - 2009 Tabla 100.1.
Las medidas obtenidas serán referidas a 20 °C.

Medida entre	Tensión prueba Vcc.	Fase R		Fase S		Fase T	
	Tiempo 60 s	Medido (M Ω)	@ 20 °C (M Ω)	Medido (M Ω)	@ 20 °C (M Ω)	Medido (M Ω)	@ 20 °C (M Ω)
Alta - masa	5 000						
Reporte de pruebas emitido por equipo digital		Aplica		No aplica			
Resultado de la prueba		Aceptable		No aceptable			
Observación: _____							

Título del documento: PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES SECCIONADOR SEMIPANTÓGRAFO 500 KV		Documento No.: PE-ZATR-DISE-DG93.015 Versión: 2
Equipo Gestor: HMV Ingenieros del Perú	Revisado y aprobado por: Dirección Ingeniería de Proyectos	Fecha: 2012-07-16 Página: 6 de 8

6.3. RESISTENCIA DE CONTACTO

6.3.1. Datos generales

Instrumento utilizado	Fabricante / Modelo	Nº de serie	Fecha de calibración
Equipo de inyección			
Higrómetro			
Termómetro		N.A.	
HR inicial (%): HR final (%):	Tº inicial: Tº final:	Condiciones ambientales:	Fecha prueba: Hora prueba:

6.3.2. Resultados de las prueba

Valores esperados: Desviación no mayor al 20 % con respecto a los valores obtenidos en las pruebas FAT, según cláusula 6.6.4 y 6.102.3.2, IEC 62271-10.

Medida en	Corriente prueba (A)	Fase R		Fase S		Fase T	
		Fábrica ($\mu\Omega$)	Medido ($\mu\Omega$)	Fábrica ($\mu\Omega$)	Medido ($\mu\Omega$)	Fábrica ($\mu\Omega$)	Medido ($\mu\Omega$)
Seccionador	100						
Cuchilla de tierra.	100						
Reporte de pruebas emitido por equipo digital:		Aplica		No aplica			
Resultado de la prueba:		Aceptable		No aceptable			
Observación: _____							

Título del documento: PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES SECCIONADOR SEMIPANTÓGRAFO 500 KV		Documento No.: PE-ZATR-DISE-DG93.015 Versión: 2
Equipo Gestor: HMV Ingenieros del Perú	Revisado y aprobado por: Dirección Ingeniería de Proyectos	Fecha: 2012-07-16 Página: 7 de 8

6.4. TIEMPOS DE OPERACIÓN Y SIMULTANEIDAD

6.4.1. Resultados de la prueba

Valores esperados: El tiempo de operación deberá ser ≤ 15 s, según características técnicas garantizadas del fabricante

Maniobra	Tiempo medido (s)			Valor esperado (s)
	R	S	T	
Seccionador				
Cierre				15
Apertura				15
Simultaneidad				
Cuchilla de tierra				
Cierre				15
Apertura				15
Simultaneidad				
Resultado de la prueba		Aceptable		No aceptable
Observación: _____				

6.5. CARACTERÍSTICAS DEL MOTOR PARA TIEMPOS DE CIERRE Y APERTURA

6.5.1. Datos generales

Instrumento utilizado	Fabricante / Modelo	Nº de serie	Fecha de calibración
Pinza amperimétrica			
Fecha de prueba:		Hora de prueba:	

6.5.2. Resultados de la prueba

Maniobra	Corriente máxima medida (A)			Valor esperado corriente (A)		
	R	S	T	R	S	T
Seccionador						
Cierre						
Apertura						
Cuchilla de tierra						
Cierre						
Apertura						
Resultado de la prueba		Aceptable		No aceptable		
Observación: _____						

Título del documento: PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES SECCIONADOR SEMIPANTÓGRAFO 500 kV		Documento No.: PE-ZATR-DISE-DG93.015 Versión: 2
Equipo Gestor: HMV Ingenieros del Perú	Revisado y aprobado por: Dirección Ingeniería de Proyectos	Fecha: 2012-07-16 Página: 8 de 8

Por el contratista	Por la supervisión
Empresa:	Empresa:
Nombre:	Nombre:
Fecha:	Fecha:
Firma:	Firma:
Jefe de pruebas	Inspector
Empresa:	Entidad:
Nombre:	Nombre:
Fecha:	Fecha:
Firma:	Firma:

7. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

7.1. INTERNOS

- [1] PE-ZATR-DISE-DG82-001: "Criterios de diseño electromecánicos y estructuras metálicas".
- [2] PE-ZATR-00010-D002: "Equipos de Alta Tensión - Requisitos Generales".
- [3] PE-ZATR-00010-D003: "Equipos de Alta Tensión - Especificaciones Técnicas".

7.2. EXTERNOS

- [4] ANSI/NETA Standard for Acceptance Testing Specifications for Electrical Power Equipment and Systems, 2009.
- [5] IEC 62271-102, Alternating current disconnectors and earthing switches.
- [6] Subestaciones de Alta y Extra Alta Tensión – Segunda Edición, HMV Ingenieros Ltda., 2003.

DIRECCIÓN INGENIERÍA DE PROYECTOS
PROYECTO ZAPALLAL – TRUJILLO 220 KV / 500 KV

PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES
SECCIONADOR DOBLE APERTURA 500 KV

SUBESTACIÓN: _____

CELDA: _____

CÓDIGO DE EQUIPO: _____

DOCUMENTO No. : PE-ZATR-DISE-DG93.016

VERSIÓN: 2

REVISIÓN - APROBACIÓN					
Revisión No.		0	1	2	3
Elaborado por:	Nombre	FNA	JRV	RSC	
	Fecha	2012-03-21	2012-06-21	2012-07-16	
Revisado por:	Nombre	AJM	AJM	ARA	
	Fecha	2012-05-24	2012-06-22	2012-07-16	
Aprobado por:	Nombre	AJM	AJM	AJM	
	Fecha	2012-05-24	2012-06-22	2012-07-16	
Queda prohibida la reproducción total o parcial (edición, copia, inclusión en película cinematográfica, videograma o cualquier otra forma de fijación), comunicación en forma pública (ejecución de concursos, representación, declamación, radiodifusión sonora o audiovisual, difusión por partantes, telefonía, fonógrafos o equipos análogos, etc.), transformación (traducción, arreglo o cualquier otra forma de adaptación) y distribución (venta, arrendamiento o alquiler e importación) de la información contenida.					

Título del documento: PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES SECCIONADOR DOBLE APERTURA 500 kV		Documento No.: PE-ZATR-DISE-DG93.016 Versión: 2
Equipo Gestor: HMV Ingenieros del Perú	Revisado y aprobado por: Dirección Ingeniería de Proyectos	Fecha: 2012-07-16 Página: 2 de 8

TABLA DE CONTENIDO

1.	OBJETIVO	3
2.	ALCANCE	3
3.	CONTENIDO.....	3
4.	DESCRIPCIÓN TÉCNICA.....	4
5.	INSPECCIÓN GENERAL	4
6.	PRUEBAS	5
6.1.	PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN DE PRUEBAS	5
6.2.	RESISTENCIA DE AISLAMIENTO	5
6.3.	RESISTENCIA DE CONTACTO	6
6.4.	TIEMPOS DE OPERACIÓN Y SIMULTANEIDAD	7
6.5.	CARACTERÍSTICAS DEL MOTOR PARA TIEMPOS DE CIERRE Y APERTURA.....	7
7.	DOCUMENTOS DE REFERENCIA.....	8
7.1	INTERNOS.....	8
7.2	EXTERNOS.....	8

Título del documento: PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES SECCIONADOR DOBLE APERTURA 500 kV		Documento No.: PE-ZATR-DISE-DG93.016 Versión: 2
Equipo Gestor: HMV Ingenieros del Perú	Revisado y aprobado por: Dirección Ingeniería de Proyectos	Fecha: 2012-07-16 Página: 3 de 8

PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES SECCIONADOR DOBLE APERTURA 500 kV

1. OBJETIVO

En este documento se presenta el protocolo de pruebas individuales para los seccionadores doble apertura de las subestaciones asociadas al Proyecto Zapallal -Trujillo 220 kV / 500 kV.

2. ALCANCE

Se indican cada una de las pruebas eléctricas requeridas para la puesta en servicio de los seccionadores doble apertura 500 kV, con y sin cuchilla de puesta a tierra.

Las pruebas se realizarán con base en las recomendaciones de la norma ANSI/NETA ATS-2009 que se consideren aplicables al proyecto.

3. CONTENIDO

Se presenta a continuación el protocolo base para las pruebas de campo aplicables a los seccionadores doble apertura 500 kV.

Estas pruebas se deben realizar en sitio a cada uno de los equipos después de haber sido montados, con la finalidad de verificar sus condiciones para su entrada en operación.

Título del documento: PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES SECCIONADOR DOBLE APERTURA 500 kV		Documento No.: PE-ZATR-DISE-DG93.016 Versión: 2
Equipo Gestor: HMV Ingenieros del Perú	Revisado y aprobado por: Dirección Ingeniería de Proyectos	Fecha: 2012-07-16 Página: 4 de 8

4. DESCRIPCIÓN TÉCNICA

Fabricante:		Tipo:
Norma:	Año:	Frecuencia nominal (Hz):
Tensión nominal Ur (kV):		Corriente nominal en servicio Ir (A):
Tensión soportada al impulso tipo rayo Up (kV):		Tensión soportada al impulso tipo maniobra Us (kV):
Corriente de corta duración admisible Ik (kA):		Duración de corto circuito asignado tk (t):
MANDO ELECTRICO SECCIONADOR		
Tipo:		Año:
Tensión circuito auxiliar (control):		Tensión de motor:

5. INSPECCIÓN GENERAL

Verificación	Datos		
	R	S	T
Nº de serie equipo:			
Fases			
Nº de serie mando eléctrico:			
Estado de las conexiones a tierra			
Estado de la porcelana aislante; limpia y libre de material extraño			
Estado del galvanizado y pintura de las estructuras			
Estado de los terminales de alta tensión			
Estado de las conexiones secundarias			
Calibración de los contactos principales			
Verificar correcta operación manual y eléctrica			
Operación simultánea de polos al cierre y apertura			

Título del documento: PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES SECCIONADOR DOBLE APERTURA 500 KV		Documento No.: PE-ZATR-DISE-DG93.016 Versión: 2
Equipo Gestor: HMV Ingenieros del Perú	Revisado y aprobado por: Dirección Ingeniería de Proyectos	Fecha: 2012-07-16 Página: 5 de 8

6. PRUEBAS

6.1. PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN DE PRUEBAS

El procedimiento para la ejecución de las pruebas se realizará de acuerdo con el documento: _____

6.2. RESISTENCIA DE AISLAMIENTO

6.2.1. Datos generales

Instrumento utilizado	Fabricante / Modelo	Nº de serie	Fecha de calibración
Megóhmetro			
Higrómetro			
Termómetro		N.A	
HR inicial (%): HR final (%):	Tº inicial: Tº final:	Condiciones ambientales:	Fecha prueba: Hora prueba:

6.2.2. Resultados de la prueba

Valores Esperados: Valor de resistencia de aislamiento $\geq 100\ 000\ M\Omega$, ANSI/NETA ATS - 2009 Tabla 100.1. Las medidas obtenidas serán referidas a 20 °C.

Medida	Tensión prueba Vcc. Tiempo 60 s	Fase R		Fase S		Fase T	
		Medido (MΩ)	@ 20 °C (MΩ)	Medido (MΩ)	@ 20 °C (MΩ)	Medido (MΩ)	@ 20 °C (MΩ)
Aislador izquierdo	5 000						
Aislador central	5 000						
Aislador derecho	5 000						
Resultado de la prueba:		Aceptable			No aceptable		
Observación: _____							

Título del documento: PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES SECCIONADOR DOBLE APERTURA 500 KV		Documento No.: PE-ZATR-DISE-DG93.016 Versión: 2
Equipo Gestor: HMV Ingenieros del Perú	Revisado y aprobado por: Dirección Ingeniería de Proyectos	Fecha: 2012-07-16 Página: 6 de 8

6.3. RESISTENCIA DE CONTACTO

6.3.1. Datos generales

Instrumento utilizado	Fabricante / Modelo	Nº de serie	Fecha de calibración
Equipo de inyección			
Higrómetro			
Termómetro		N.A	
HR inicial (%): HR final (%):	Tº inicial: Tº final:	Condiciones ambientales:	Fecha prueba: Hora prueba:

6.3.2. Resultados de las prueba

Valores esperados: La resistencia medida en sitio no deberá tener un valor mayor al 20 % del valor medido en las pruebas FAT, según cláusula 6.102.3.2, IEC 62271-102.

Medida en	Corriente prueba (A)	Fase R		Fase S		Fase T	
		Fábrica ($\mu\Omega$)	Medido ($\mu\Omega$)	Fábrica ($\mu\Omega$)	Medido ($\mu\Omega$)	Fábrica ($\mu\Omega$)	Medido ($\mu\Omega$)
Seccionador	100						
Reporte de pruebas emitido por equipo digital:		Aplica		No aplica			
Resultado de la prueba:		Aceptable		No aceptable			
Observación: _____							

Título del documento: PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES SECCIONADOR DOBLE APERTURA 500 KV		Documento No.: PE-ZATR-DISE-DG93.016 Versión: 2
Equipo Gestor: HMV Ingenieros del Perú	Revisado y aprobado por: Dirección Ingeniería de Proyectos	Fecha: 2012-07-16 Página: 7 de 8

6.4. TIEMPOS DE OPERACIÓN Y SIMULTANEIDAD

6.4.1. Resultados de la prueba

Valores esperados: El tiempo de operación deberá ser ≤ 15 s, según características técnicas garantizadas del fabricante

Maniobra	Tiempo medido (s)			Valor esperado (s)
	R	S	T	
Seccionador				
Cierre				15
Apertura				15
Simultaneidad				
Resultado de la prueba:	Aceptable		No aceptable	
Observación:	_____			

6.5. CARACTERÍSTICAS DEL MOTOR PARA TIEMPOS DE CIERRE Y APERTURA

6.5.1. Datos generales

Instrumento utilizado	Fabricante / Modelo	Nº de serie	Fecha de calibración
Pinza amperimétrica			
Fecha de prueba:	Hora de prueba:		

6.5.2. Resultados de la prueba

Valores Esperados: Tomar dato de consumo de corriente de placa característica del motor.

Maniobra	Corriente máxima medida (A)			Valor esperado (A)		
	R	S	T	R	S	T
Seccionador						
Cierre						
Apertura						
Resultado de la prueba:	Aceptable		No aceptable			
Observación:	_____					

Título del documento: PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES SECCIONADOR DOBLE APERTURA 500 kV		Documento No.: PE-ZATR-DISE-DG93.016 Versión: 2
Equipo Gestor: HMV Ingenieros del Perú	Revisado y aprobado por: Dirección Ingeniería de Proyectos	Fecha: 2012-07-16 Página: 8 de 8

Por el contratista	Por la supervisión
Empresa:	Empresa:
Nombre:	Nombre:
Fecha:	Fecha:
Firma:	Firma:
Jefe de pruebas	Inspector
Empresa:	Entidad:
Nombre:	Nombre:
Fecha:	Fecha:
Firma:	Firma:

7. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

7.1 INTERNOS

- [1] PE-ZATR-DISE-DG82-001: "Criterios de diseño electromecánicos y estructuras metálicas".
- [2] PE-ZATR-00010-D002: "Equipos de Alta Tensión - Requisitos Generales".
- [3] PE-ZATR-00010-D003: "Equipos de Alta Tensión - Especificaciones Técnicas".

7.2 EXTERNOS

- [4] ANSI/NETA Standard for Acceptance Testing Specifications for Electrical Power Equipment and Systems, 2009.
- [5] IEC 62271-102, Alternating current disconnectors and earthing switches.
- [6] Subestaciones de Alta y Extra Alta Tensión – Segunda Edición, HMV Ingenieros Ltda., 2003.



PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA DEL PERU S.A.C.



DIRECCIÓN INGENIERÍA DE PROYECTOS
PROYECTO ZAPALLAL - TRUJILLO 220 kV / 500 kV

PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES
TRANSFORMADOR DE CORRIENTE 500 kV

SUBESTACIÓN: _____

CELDA: _____

CÓDIGO DE EQUIPO: _____

FASE: _____

DOCUMENTO No. : PE-ZATR-DISE-DG93.017

VERSIÓN: 2

REVISIÓN - APROBACIÓN					
Revisión No.		0	1	2	3
Elaborado por:	Nombre	FNA	FVH	RSC	
	Fecha	2012-05-24	2012-06-21	2012-07-16	
Revisado por:	Nombre	AJM	ARA	ARA	
	Fecha	2012-05-24	2012-06-21	2012-07-16	
Aprobado por:	Nombre	AJM	AJM	AJM	
	Fecha	2012-05-24	2012-06-21	2012-07-16	

Queda prohibida la reproducción total o parcial (edición, copia, inclusión en película cinematográfica, videograma o cualquier otra forma de fijación), comunicación en forma pública (ejecución de concursos, representación, declamación, radiodifusión sonora o audiovisual, difusión por parlantes, telefonía, fonógrafos o equipos análogos, etc.), transformación (traducción, arreglo o cualquier otra forma de adaptación) y distribución (venta, arrendamiento o alquiler e importación) de la información contenida.

Título del documento: PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES TRANSFORMADOR DE CORRIENTE 500 kV		Documento No.: PE-ZATR-DISE-DG93.017 Versión: 2
Equipo Gestor: HMV Ingenieros del Perú	Revisado y aprobado por: Dirección Ingeniería de Proyectos	Fecha: 2012-07-16 Página: 2 de 12

TABLA DE CONTENIDO

1.	OBJETIVO	3
2.	ALCANCE	3
3.	CONTENIDO	3
4.	DESCRIPCIÓN TÉCNICA	4
5.	INSPECCIÓN GENERAL	4
6.	PRUEBAS	5
6.1.	PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN DE PRUEBAS	5
6.2.	RESISTENCIA DE AISLAMIENTO	5
6.3.	FACTOR DE POTENCIA	7
6.4.	RESISTENCIA DE DEVANADOS SECUNDARIOS	8
6.5.	RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN Y POLARIDAD	9
6.6.	CURVAS DE SATURACIÓN	10
7.	DOCUMENTOS DE REFERENCIA	12
7.1.	INTERNOS	12
7.2.	EXTERNOS	12

Título del documento: PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES TRANSFORMADOR DE CORRIENTE 500 kV		Documento No.: PE-ZATR-DISE-DG93.017 Versión: 2
Equipo Gestor: HMV Ingenieros del Perú	Revisado y aprobado por: Dirección Ingeniería de Proyectos	Fecha: 2012-07-16 Página: 3 de 12

PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES TRANSFORMADOR DE CORRIENTE 500 kV

1. OBJETIVO

En este documento se presenta el protocolo de pruebas individuales para los transformadores de corriente de 500 kV de las subestaciones asociadas al proyecto Zapallal - Trujillo 220 kV / 500 kV.

2. ALCANCE

Se indican cada una de las pruebas eléctricas requeridas para la puesta en servicio de los transformadores de corriente de 500 kV.

Las pruebas se realizarán con base en las recomendaciones de la norma ANSI/NETA ATS-2009 que se consideren aplicables al proyecto.

3. CONTENIDO

Se presenta a continuación el protocolo base para las pruebas de campo aplicables a los transformadores de corriente de 500 kV.

Estas pruebas se deben realizar en sitio a cada uno de los equipos después de haber sido montados, con la finalidad de verificar sus condiciones para su entrada en operación.

Título del documento: PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES TRANSFORMADOR DE CORRIENTE 500 kV		Documento No.: PE-ZATR-DISE-DG93.017 Versión: 2
Equipo Gestor: HMV Ingenieros del Perú	Revisado y aprobado por: Dirección Ingeniería de Proyectos	Fecha: 2012-07-16 Página: 4 de 12

4. DESCRIPCIÓN TÉCNICA

Fabricante:	Tipo:
Norma:	Año:
Tensión nominal del equipo U_r (kV):	Frecuencia nominal (Hz):
Tensión soportada al impulso tipo rayo U_p (kV):	Tensión soportada al impulso tipo maniobra U_s (kV):
Corriente nominal primaria I_{pn} (A):	Corriente nominal secundaria I_{sn} (A):
Intensidad dinámica I_{din} (kA):	Intensidad térmica de cortocircuito I_{th} (kA):

Borne	Núcleo Nº	1			2			3			4			5			6				
		Relación	CI	VA	FS	CI	VA	FS	CI	VA	FS	CI	VA	FS	CI	VA	FS	CI	VA	FS	
S1-S2	1000/1 A																				
S1-S3	2000/1 A																				

Donde:

CI: Clase

VA: Potencia

FS: Factor de seguridad

5. INSPECCIÓN GENERAL

Verificación	Datos
Nº de serie equipo.	
Estado de las conexiones a tierra (estructura y gabinete).	
Estado de la porcelana aislante; limpia y libre de material extraño.	
Estado del galvanizado y pintura de las estructuras.	
Estado de los terminales de alta tensión, orientación correcta de la polaridad del equipo P1 y P2, según ingeniería.	
Verificación visual de estanqueidad o hermeticidad.	

Título del documento: PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES TRANSFORMADOR DE CORRIENTE 500 kV		Documento No.: PE-ZATR-DISE-DG93.017 Versión: 2
Equipo Gestor: HMV Ingenieros del Perú	Revisado y aprobado por: Dirección Ingeniería de Proyectos	Fecha: 2012-07-16 Página: 5 de 12

6. PRUEBAS

6.1. PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN DE PRUEBAS

El procedimiento para la ejecución de las pruebas se realizará de acuerdo con el documento: _____

6.2. RESISTENCIA DE AISLAMIENTO

6.2.1. Datos generales

Instrumento utilizado	Fabricante / Modelo	Nº de serie	Fecha de calibración
Megóhmetro			
Higrómetro			
Termómetro		N.A.	
HR inicial (%): HR final (%):	Tº inicial: Tº final:	Condiciones ambientales:	Fecha prueba: Hora prueba:

6.2.2. Resultado de las pruebas

Valores esperados: Valor de resistencia de aislamiento $\geq 100\ 000\ M\Omega$, ANSI/NETA ATS - 2009 Tabla 100.1. Las medidas serán referidas a 20 °C.

Medida entre	Alta- masa	Alta- 1S1	Alta- 2S1	Alta- 3S1	Alta- 4S1	Alta- 5S1
Tensión de prueba Vcc. Tiempo 60 s	5 000	5 000	5 000	5 000	5 000	5 000
Medido ($M\Omega$)						
@ 20 °C ($M\Omega$)						

Medida entre	Alta- 6S1	1S1 - masa	2S1 - masa	3S1 - masa	4S1 - masa	5S1 - masa
Tensión de prueba Vcc. Tiempo 60 s	5000	500	500	500	500	500
Medido ($M\Omega$)						
@ 20 °C ($M\Omega$)						

Medida entre	6S1 - masa	1S1 - 2S1	1S1 - 3S1	1S1 - 4S1	1S1 - 5S1	1S1 - 6S1
Tensión de prueba Vcc. Tiempo 60 s	500	500	500	500	500	500
Medido ($M\Omega$)						
@ 20 °C ($M\Omega$)						

Título del documento: PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES TRANSFORMADOR DE CORRIENTE 500 kV		Documento No.: PE-ZATR-DISE-DG93.017 Versión: 2
Equipo Gestor: HMV Ingenieros del Perú	Revisado y aprobado por: Dirección Ingeniería de Proyectos	Fecha: 2012-07-16 Página: 6 de 12

Medida entre	2S1 – 3S1	2S1 – 4S1	2S1 – 5S1	2S1 – 6S1	3S1 – 4S1	3S1 – 5S1
Tensión de prueba Vcc. Tiempo 60 s	500	500	500	500	500	500
Medido (MΩ)						
@ 20 °C (MΩ)						

Medida entre	3S1 – 6S1	4S1 – 5S1	4S1 – 6S1	5S1 – 6S1
Tensión de prueba Vcc. Tiempo 60 s	500	500	500	500
Medido (MΩ)				
@ 20 °C (MΩ)				

Reporte de pruebas emitido por equipo digital: **Aplica** **No aplica**

Resultado de la prueba: **Aceptable** **No aceptable**

Observación: _____

Título del documento: PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES TRANSFORMADOR DE CORRIENTE 500 kV		Documento No.: PE-ZATR-DISE-DG93.017 Versión: 2
Equipo Gestor: HMV Ingenieros del Perú	Revisado y aprobado por: Dirección Ingeniería de Proyectos	Fecha: 2012-07-16 Página: 7 de 12

6.3. FACTOR DE POTENCIA

6.3.1. Datos generales

Instrumento utilizado	Fabricante / Modelo	Nº de serie	Fecha de calibración
Equipo de inyección			
Higrómetro			
Termómetro		N.A.	
HR inicial (%): HR final (%):	Tº inicial: Tº final:	Condiciones ambientales:	Fecha prueba: Hora prueba:

6.3.2. Resultados de las pruebas

Valores esperados: El factor de disipación ($\tan \delta$) medido no deberá tener un valor $\leq 0,5\%$ y la capacitancia C_p no debe variar en un rango mayor $\pm 5\%$, comparados con valores de fábrica, según IEC 60044-1.

Aislamiento a medir (Modo prueba)	Tensión prueba (kV)	Frec. (Hz)	I (mA)	Watts (mW)	DF (%)		Cp (pF)	
					Fábrica	Sitio	Fábrica	Sitio
Alta – Baja	10							
Alta – Masa	10							
Baja – Masa	0,5							
Reporte de pruebas emitido por equipo digital:					Aplica		No aplica	
Resultado de la prueba:					Aceptable		No aceptable	
Observación: _____								

Título del documento: PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES TRANSFORMADOR DE CORRIENTE 500 kV		Documento No.: PE-ZATR-DISE-DG93.017 Versión: 2
Equipo Gestor: HMV Ingenieros del Perú	Revisado y aprobado por: Dirección Ingeniería de Proyectos	Fecha: 2012-07-16 Página: 8 de 12

6.4. RESISTENCIA DE DEVANADOS SECUNDARIOS

6.4.1. Datos generales

Instrumento utilizado	Fabricante / Modelo	Nº de serie	Fecha de calibración
Equipo de inyección			
Higrómetro			
Termómetro		N.A.	
HR inicial (%): HR final (%):	Tº inicial Tº final:	Condiciones ambientales:	Fecha prueba: Hora prueba:

6.4.2. Resultados de la pruebas

Valores esperados: Los valores obtenidos deberán ser referidos a 75 °C y guardarán similitud con los valores obtenidos en las pruebas FAT, según IEC 60044-1.

Medida entre	1S1 – 1S2	1S1 – 1S3	2S1 – 2S2	2S1 – 2S3	3S1 – 3S2	3S1 – 3S3
Corriente de prueba						
Fábrica (Ω)						
Sitio (Ω)						
@ 75 °C (Ω)						
Medida entre	4S1 – 4S2	4S1 – 4S3	5S1 – 5S2	5S1 – 5S3	6S1 – 6S2	6S1 – 6S3
Corriente de prueba						
Fábrica (Ω)						
Sitio (Ω)						
@ 75 °C (Ω)						
Reporte de pruebas emitido por equipo digital:	Aplica		No aplica			
Resultado de la prueba:	Aceptable		No aceptable			
Observación:	_____					

Título del documento: PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES TRANSFORMADOR DE CORRIENTE 500 kV		Documento No.: PE-ZATR-DISE-DG93.017 Versión: 2
Equipo Gestor: HMV Ingenieros del Perú	Revisado y aprobado por: Dirección Ingeniería de Proyectos	Fecha: 2012-07-16 Página: 9 de 12

6.5. RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN Y POLARIDAD

6.5.1. Datos generales

Instrumento utilizado	Fabricante / Modelo	Nº de serie	Fecha de calibración
Fecha de prueba:		Hora de prueba:	

6.5.2. Resultados de las pruebas

Valores esperados: Según IEC 60044-1; tablas 11, 12 y 13 para núcleos de medida; y 14 y 15 para núcleos de protección.

Núcleo Nº	Relación medida		Desfase (°)	Error (%)	Polaridad
	Fábrica	Sitio			
1S1 - 1S2					
1S1 - 1S3					
2S1 - 2S2					
2S1 - 2S3					
3S1 - 3S2					
3S1 - 3S3					
4S1 - 4S2					
4S1 - 4S3					
5S1 - 5S3					
5S1 - 5S3					
6S1 - 6S2					
6S1 - 6S3					
Reporte de pruebas emitido por equipo digital:	Aplica		No aplica		
Resultado de la prueba:	Aceptable		No aceptable		
Observación:	_____				

Título del documento: PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES TRANSFORMADOR DE CORRIENTE 500 kV		Documento No.: PE-ZATR-DISE-DG93.017 Versión: 2
Equipo Gestor: HMV Ingenieros del Perú	Revisado y aprobado por: Dirección Ingeniería de Proyectos	Fecha: 2012-07-16 Página: 11 de 12

Núcleo	4				5				6			
	4S1 - 4S2		4S1 - 4S3		5S1 - 5S2		5S1 - 5S3		6S1 - 6S2		6S1 - 6S3	
Puntos medidos	(V)	(mA)	(V)	(mA)	(V)	(mA)	(V)	(mA)	(V)	(mA)	(V)	(mA)
10												
9												
8												
7												
6												
5												
4												
3												
2												
1												
Punto de Saturación												
Resultado de la prueba	Aceptable						No aceptable					
Observación:	_____ _____ _____ _____											

Título del documento: PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES TRANSFORMADOR DE CORRIENTE 500 kV		Documento No.: PE-ZATR-DISE-DG93.017 Versión: 2
Equipo Gestor: HMV Ingenieros del Perú	Revisado y aprobado por: Dirección Ingeniería de Proyectos	Fecha: 2012-07-16 Página: 12 de 12

Por el contratista	Por la supervisión
Empresa:	Empresa:
Nombre:	Nombre:
Fecha:	Fecha:
Firma:	Firma:
Jefe de pruebas	Inspector
Empresa:	Entidad:
Nombre:	Nombre:
Fecha:	Fecha:
Firma:	Firma:

7. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

7.1. INTERNOS

- [1] PE-ZATR-DISE-DG82-001: "Criterios de diseño electromecánicos y estructuras metálicas".
- [2] PE-ZATR-00010-D002: "Equipos de Alta Tensión - Requisitos Generales".
- [3] PE-ZATR-00010-D003: "Equipos de Alta Tensión - Especificaciones Técnicas".

7.2. EXTERNOS

- [4] ANSI/NETA Standard for Acceptance Testing Specifications for Electrical Power Equipment and Systems, 2009.
- [5] IEC 60044-1, Instrument transformers – Current transformer.
- [6] Subestaciones de Alta y Extra Alta Tensión – Segunda Edición, HMV Ingenieros Ltda. 2003.



PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA DEL PERU S.A.C.



DIRECCIÓN INGENIERÍA DE PROYECTOS

PROYECTO ZAPALLAL - TRUJILLO 220 kV / 500 kV

PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES

TRANSFORMADORES DE TENSIÓN 500 kV

SUBESTACIÓN: _____

CELDA: _____

CÓDIGO DE EQUIPO: _____

FASE: _____

DOCUMENTO No. : PE-ZATR-DISE-DG93.018

VERSIÓN: 2

REVISIÓN - APROBACIÓN					
Revisión No.		0	1	2	3
Elaborado por:	Nombre	FNA	JRV	RSC	
	Fecha	2012-03-21	2012-06-21	2012-07-16	
Revisado por:	Nombre	AJM	AJM	ARA	
	Fecha	2012-05-24	2012-06-22	2012-07-16	
Aprobado por:	Nombre	AJM	AJM	AJM	
	Fecha	2012-05-24	2012-06-22	2012-07-16	

Queda prohibida la reproducción total o parcial (edición, copia, inclusión en película cinematográfica, videograma o cualquier otra forma de fijación), comunicación en forma pública (ejecución de concursos, representación, declamación, radiodifusión sonora o audiovisual, difusión por parlantes, telefonía, fonógrafos o equipos análogos, etc.), transformación (traducción, arreglo o cualquier otra forma de adaptación) y distribución (venta, arrendamiento o alquiler e importación) de la información contenida.

Título del documento: PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES TRANSFORMADORES DE TENSION 500 kV		Documento No.: PE-ZATR-DISE-DG93.018 Versión: 2
Equipo Gestor: HMV Ingenieros del Perú	Revisado y aprobado por: Dirección Ingeniería de Proyectos	Fecha: 2012-07-16 Página: 2 de 8

TABLA DE CONTENIDO

1.	OBJETIVO	3
2.	ALCANCE	3
3.	CONTENIDO.....	3
4.	DESCRIPCIÓN TÉCNICA.....	4
5.	INSPECCIÓN GENERAL	4
6.	PRUEBAS	5
6.1.	PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN DE PRUEBAS	5
6.2.	RESISTENCIA DE AISLAMIENTO.....	5
6.3.	FACTOR DE POTENCIA	6
6.4.	RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN Y POLARIDAD.....	7
7.	DOCUMENTOS DE REFERENCIA.....	8
7.1	INTERNOS.....	8
7.2	INTERNOS.....	8

Título del documento: PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES TRANSFORMADORES DE TENSION 500 kV		Documento No.: PE-ZATR-DISE-DG93.018 Versión: 2
Equipo Gestor: HMV Ingenieros del Perú	Revisado y aprobado por: Dirección Ingeniería de Proyectos	Fecha: 2012-07-16 Página: 3 de 8

PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES TRANSFORMADORES DE TENSION 500 kV

1. OBJETIVO

En este documento se presenta el protocolo de pruebas individuales para los transformadores de tensión de 500 kV de las subestaciones asociadas al proyecto Zapallal - Trujillo 220 kV / 500 kV.

2. ALCANCE

Se indican cada una de las pruebas eléctricas requeridas para la puesta en servicio de los transformadores de tensión 500 kV.

Las pruebas se realizarán con base en las recomendaciones de la norma ANSI/NETA ATS-2009 que se consideren aplicables al proyecto.

3. CONTENIDO

Se presenta a continuación el protocolo base para las pruebas de campo aplicables a los transformadores de tensión 500 kV.

Estas pruebas se deben realizar en sitio a cada uno de los equipos después de haber sido montados, con la finalidad de verificar sus condiciones para su entrada en operación.

Título del documento: PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES TRANSFORMADORES DE TENSION 500 kV		Documento No.: PE-ZATR-DISE-DG93.018 Versión: 2
Equipo Gestor: HMV Ingenieros del Perú	Revisado y aprobado por: Dirección Ingeniería de Proyectos	Fecha: 2012-07-16 Página: 4 de 8

4. DESCRIPCIÓN TÉCNICA

Fabricante:	Tipo:
Norma:	Año:
Tensión nominal del equipo U_r (kV):	Frecuencia nominal (Hz):
Tensión soportada al impulso tipo rayo U_p (kV):	Tensión soportada al impulso tipo maniobra U_s (kV):
Tensión nominal primaria (kV):	Tensión nominal secundaria (V):
Factor de tensión V / t :	CR (pF):
Capacitor inferior (pF):	C1 (pF):
Capacitor superior (pF):	C2 (pF):

Núcleo N°:	Relación:	Clase de precisión:	Carga (VA):	Carga térmica (VA):
1a – 1n				
2a – 2n				

5. INSPECCIÓN GENERAL

Verificación	Datos
Nº de serie equipo:	
Nº de serie capacitor inferior:	
Nº de serie capacitor superior:	
Estado de las conexiones a tierra.	
Estado de la porcelana aislante: limpia y libre de material extraño.	
Estado del galvanizado y pintura de las estructuras.	
Estado de los terminales de alta tensión.	
Estado de los interruptores MCB.	
Verificación visual de estanqueidad o hermeticidad.	

Título del documento: PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES TRANSFORMADORES DE TENSION 500 kV		Documento No.: PE-ZATR-DISE-DG93.018 Versión: 2
Equipo Gestor: HMV Ingenieros del Perú	Revisado y aprobado por: Dirección Ingeniería de Proyectos	Fecha: 2012-07-16 Página: 5 de 8

6. PRUEBAS

6.1. PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN DE PRUEBAS

El procedimiento para la ejecución de las pruebas se realizará de acuerdo con el documento: _____

6.2. RESISTENCIA DE AISLAMIENTO

6.2.1 Datos generales

Instrumento utilizado	Fabricante / Modelo	Nº de serie	Fecha de calibración
Megóhmetro			
Higrómetro			
Termómetro		N.A	
HR inicial (%):	Tº inicial:	Condiciones ambientales:	Fecha prueba:
HR final (%):	Tº final:		Hora prueba:

6.2.2 Resultado de la prueba

Valores esperados: Valor de resistencia de aislamiento $\geq 100\ 000\ M\Omega$, ANSI/NETA ATS - 2009 Tabla 100.1. Las medidas serán referidas a 20 °C.

Medida entre	Alta – masa	Alta – 1a	Alta – 2a	1a -masa	2a - masa	1a– 2a
Tensión prueba Vcc. Tiempo 60 s	5 000	5 000	5 000	500	500	500
Medido (M Ω)						
@ 20 °C (M Ω)						
Resultado de la prueba:	Aceptable			No aceptable		
Observación:	_____					

Título del documento: PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES TRANSFORMADORES DE TENSION 500 kV		Documento No.: PE-ZATR-DISE-DG93.018 Versión: 2
Equipo Gestor: HMV Ingenieros del Perú	Revisado y aprobado por: Dirección Ingeniería de Proyectos	Fecha: 2012-07-16 Página: 6 de 8

6.3. FACTOR DE POTENCIA

6.3.1. Datos generales

Instrumento utilizado	Fabricante / Modelo	Nº de serie	Fecha de calibración
Equipo de inyección			
Higrómetro			
Termómetro		N.A	
HR inicial (%):	Tº inicial	Condiciones ambientales:	Fecha prueba:
HR final (%):	Tº final:		Hora prueba:

6.3.2. Resultados de las pruebas

Valores esperados: El factor de disipación ($\tan\delta$) medido deberá tener un valor $\leq 0,5\%$, según IEEE C57.13. El valor de la capacitancia C_p no debe variar en un rango mayor a $\pm 5\%$ del valor dado de las pruebas FAT, según IEC 60044-5.

Aislamiento a medir (Modo prueba)	Tensión prueba (kV)	Frec. (Hz)	I (mA)	Watts (mW)	DF (%)		Cp (pF)	
					Fábrica	Sitio	Fábrica	Sitio
C. Sup.(UST)	10							
C. Inf. (GSTg)	10							
C. Total (Cr) (GST)	10							
C2 (GSTg)	2							
C1-1 (GSTg)	10							
Reporte de pruebas emitido por equipo digital:					Aplica		No aplica	
Resultado de la prueba:					Aceptable		No aceptable	
Observación: _____								

Título del documento: PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES TRANSFORMADORES DE TENSIÓN 500 kV		Documento No.: PE-ZATR-DISE-DG93.018 Versión: 2
Equipo Gestor: HMV Ingenieros del Perú	Revisado y aprobado por: Dirección Ingeniería de Proyectos	Fecha: 2012-07-16 Página: 7 de 8

6.4. RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN Y POLARIDAD

6.4.1. Datos generales

Instrumento utilizado	Fabricante / Modelo	Nº de serie	Fecha de calibración
Fecha de prueba:		Hora de prueba:	

6.4.2. Resultados de las pruebas

Valores esperados: El límite de error de tensión: $\pm 0,2 \%$ y el porcentaje de desplazamiento de fase: $\pm 0,3 \cdot 10^{-2}$ rad (± 10 minutos), según IEC 60044-5 (2004) Tabla 16.

Núcleo N°	Relación medida		Error (%)	Desfase (°)	Polaridad
	Fábrica	Sitio			
1a-1n					
2a-2n					
Reporte de pruebas emitido por equipo digital			Aplica	No aplica	
Resultado de la prueba:			Aceptable	No aceptable	
Observación: _____					

Título del documento: PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES TRANSFORMADORES DE TENSION 500 kV		Documento No.: PE-ZATR-DISE-DG93.018 Versión: 2
Equipo Gestor: HMV Ingenieros del Perú	Revisado y aprobado por: Dirección Ingeniería de Proyectos	Fecha: 2012-07-16 Página: 8 de 8

Por el contratista	Por la supervisión
Empresa:	Empresa:
Nombre:	Nombre:
Fecha:	Fecha:
Firma:	Firma:
Jefe de pruebas	Inspector
Empresa:	Entidad:
Nombre:	Nombre:
Fecha:	Fecha:
Firma:	Firma:

7. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

7.1 INTERNOS

- [1] PE-ZATR-DISE-DG82-001: "Criterios de diseño electromecánicos y estructuras metálicas".
- [2] PE-ZATR-00010-D002: "Equipos de Alta Tensión - Requisitos Generales".
- [3] PE-ZATR-00010-D003: "Equipos de Alta Tensión - Especificaciones Técnicas".

7.2 INTERNOS

- [4] ANSI/NETA Standard for Acceptance Testing Specifications for Electrical Power Equipment and Systems, 2009.
- [5] IEC 60044-5, Instrument transformers – Capacitor voltage transformer.
- [6] Subestaciones de Alta y Extra Alta Tensión – Segunda Edición, HMV Ingenieros Ltda., 2003.



PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA DEL PERU S.A.C.



DIRECCIÓN INGENIERÍA DE PROYECTOS

PROYECTO ZAPALLAL - TRUJILLO 220 kV / 500 kV

PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES

PARARRAYOS 500 kV

SUBESTACIÓN: _____

CELDA: _____

CÓDIGO DE EQUIPO: _____

FASE: _____

DOCUMENTO No. : PE-ZATR-DISE-DG93.019

VERSIÓN: 2

REVISIÓN - APROBACIÓN					
Revisión No.		0	1	2	3
Elaborado por:	Nombre	FNA	FVH	FVH	
	Fecha	2012-04-28	2012-06-22	2012-07-16	
Revisado por:	Nombre	AJM	ARA	ARA	
	Fecha	2012-05-24	2012-06-22	2012-07-16	
Aprobado por:	Nombre	AJM	AJM	AJM	
	Fecha	2012-05-24	2012-06-22	2012-07-16	

Queda prohibida la reproducción total o parcial (edición, copia, inclusión en película cinematográfica, videograma o cualquier otra forma de fijación), comunicación en forma pública (ejecución de concursos, representación, declamación, radiodifusión sonora o audiovisual, difusión por parlantes, telefonía, fonógrafos o equipos análogos, etc.), transformación (traducción, arreglo o cualquier otra forma de adaptación) y distribución (venta, arrendamiento o alquiler e importación) de la información contenida.

Título del documento: PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES PARARRAYOS 500 kV		Documento No.: PE-ZATR-DISE-DG93.019 Versión: 2
Equipo Gestor: HMV Ingenieros del Perú	Revisado y aprobado por: Dirección Ingeniería de Proyectos	Fecha: 2012-07-23 Página: 2 de 8

TABLA DE CONTENIDO

1.	OBJETIVO	3
2.	ALCANCE	3
3.	CONTENIDO	3
4.	DESCRIPCIÓN TÉCNICA	4
5.	INSPECCIÓN GENERAL	4
6.	PRUEBAS	5
6.1.	PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN DE PRUEBAS	5
6.2.	RESISTENCIA DE AISLAMIENTO	5
6.3.	CORRIENTE DE FUGA	6
6.4.	FACTOR DE POTENCIA DEL AISLAMIENTO	7
7.	DOCUMENTOS DE REFERENCIA	8
7.1	INTERNOS	8
7.2	EXTERNOS	8

Título del documento: PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES PARARRAYOS 500 kV		Documento No.: PE-ZATR-DISE-DG93.019 Versión: 2
Equipo Gestor: HMV Ingenieros del Perú	Revisado y aprobado por: Dirección Ingeniería de Proyectos	Fecha: 2012-07-23 Página: 3 de 8

PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES PARARRAYOS 500 kV

1. OBJETIVO

En este documento se presenta el protocolo de pruebas individuales para los pararrayos de las subestaciones asociadas al Proyecto Zapallal -Trujillo 200 kV / 500 kV.

2. ALCANCE

Se indican cada una de las pruebas eléctricas requeridas para la puesta en servicio de los pararrayos 500 kV.

Las pruebas se realizarán con base en las recomendaciones de la norma ANSI/NETA ATS-2009 que se consideren aplicables al proyecto.

3. CONTENIDO

Se presenta a continuación el protocolo base para las pruebas de campo aplicables a los pararrayos 500 kV.

Estas pruebas se deben realizar en sitio a cada uno de los equipos después de haber sido montados, con la finalidad de verificar sus condiciones para su entrada en operación.

Título del documento: PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES PARARRAYOS 500 kV		Documento No.: PE-ZATR-DISE-DG93.019 Versión: 2
Equipo Gestor: HMV Ingenieros del Perú	Revisado y aprobado por: Dirección Ingeniería de Proyectos	Fecha: 2012-07-23 Página: 4 de 8

4. DESCRIPCIÓN TÉCNICA

Fabricante:		Tipo:
Norma:	Año:	Frecuencia nominal (Hz):
Tensión nominal del equipo U_r (kV):		Corriente de descarga asignada I_n (kA):
Tensión soportada al impulso tipo rayo U_p (kV):		Tensión soportada al impulso tipo maniobra U_s (kV):
Capacidad de disipación de energía kJ / kV(U_r):		Corriente cortocircuito (kA):
Clase:	Contador de descarga:	

5. INSPECCIÓN GENERAL

Verificación	Datos
Nº de serie sección superior:	
Nº de serie sección medio:	
Nº de serie sección inferior:	
Estado de las conexiones a tierra (estructura y contador de descargas).	
Estado de la porcelana aislante; limpia y libre de material extraño.	
Verificación de la conexión del contador de descargas.	
Estado del galvanizado y pintura de las estructuras.	
Estado de los terminales de alta tensión.	
Instalación de aros equipotenciales, si aplica.	
Número de operaciones del descargador.	

Título del documento: PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES PARARRAYOS 500 kV		Documento No.: PE-ZATR-DISE-DG93.019 Versión: 2
Equipo Gestor: HMV Ingenieros del Perú	Revisado y aprobado por: Dirección Ingeniería de Proyectos	Fecha: 2012-07-23 Página: 5 de 8

6. PRUEBAS

6.1. PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN DE PRUEBAS

El procedimiento para la ejecución de la pruebas se realizará de acuerdo con el documento: _____

6.2. RESISTENCIA DE AISLAMIENTO

6.2.1. Datos generales

Instrumento utilizado	Fabricante / Modelo	Nº de serie	Fecha de calibración
Megóhmetro			
Higrómetro			
Termómetro		N.A	
HR inicial (%):	Tº inicial:	Condiciones ambientales:	Fecha prueba:
HR final (%):	Tº final:		Hora prueba:

6.2.2. Resultados de las Pruebas

Valores Esperados: Valor de resistencia de aislamiento $\geq 100\ 000\ M\Omega$, ANSI/NETA ATS - 2009 Tabla 100.1. Las medidas serán referidas a 20 °C.

Medida entre	Tensión prueba Vcc.	Medido ($M\Omega$)	@ 20 °C ($M\Omega$)
	Tiempo 60 s		
Alta – Masa	5 000		
Sección Superior	5 000		
Sección Medio	5 000		
Sección Inferior	5 000		
Resultado de la prueba:		Acceptable	No acceptable
Observación: _____			

Título del documento: PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES PARARRAYOS 500 kV		Documento No.: PE-ZATR-DISE-DG93.019 Versión: 2
Equipo Gestor: HMV Ingenieros del Perú	Revisado y aprobado por: Dirección Ingeniería de Proyectos	Fecha: 2012-07-23 Página: 6 de 8

6.3. CORRIENTE DE FUGA

6.3.1. Datos generales

Instrumento utilizado	Fabricante / Modelo	Nº de serie	Fecha de calibración
Equipo de inyección			
Higrómetro			
Termómetro		N.A	
HR inicial (%):	Tº inicial	Condiciones ambientales:	Fecha prueba:
HR final (%):	Tº final:		Hora prueba:

6.3.2. Resultados de las pruebas

Valores Esperados: La corriente de fuga que se debe presentar bajo las condiciones normales de operación no deben ser mayores a 3 mA, según cláusula 6.1.6.1.1 IEC 60099-5.

Conexión	Corriente medida (mA)
Miliamperímetro antes del contador de descargas	
Resultado de la prueba:	Aceptable No aceptable
Observación: _____	

Título del documento: PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES PARARRAYOS 500 kV		Documento No.: PE-ZATR-DISE-DG93.019 Versión: 2
Equipo Gestor: HMV Ingenieros del Perú	Revisado y aprobado por: Dirección Ingeniería de Proyectos	Fecha: 2012-07-23 Página: 7 de 8

6.4. FACTOR DE POTENCIA DEL AISLAMIENTO

6.4.1. Datos generales

Instrumento Utilizado	Fabricante / Modelo	N° de Serie	Fecha de Calibración
Equipo de Inyección			
Higrómetro			
Termómetro		N.A	
HR inicial (%): HR final (%):	T° inicial T° final:	Condiciones ambientales:	Fecha prueba: Hora prueba:

6.4.2. Resultados de las Pruebas

Valores Esperados: El valor resultante deberá guardar relación con valores de fábrica ó valores de equipos con características similares.

Aislamiento a medir (Modo prueba)	Tensión Prueba (kV)	Freq. (Hz)	I (mA)	Watts (mW)	DF (%)		Cp (pF)	
					Fábrica	Sitio	Fábrica	Sitio
Sección superior	10							
Sección media	10							
Sección inferior	10							
Total	10							
Reporte de pruebas emitido por equipo digital:					Aplica	No aplica		
Resultado de la prueba:					Aceptable	No aceptable		
Observación: _____								

Título del documento: PROTOCOLO DE PRUEBAS INDIVIDUALES PARARRAYOS 500 kV		Documento No.: PE-ZATR-DISE-DG93.019 Versión: 2
Equipo Gestor: HMV Ingenieros del Perú	Revisado y aprobado por: Dirección Ingeniería de Proyectos	Fecha: 2012-07-23 Página: 8 de 8

Por el contratista	Por la supervisión
Empresa:	Empresa:
Nombre:	Nombre:
Fecha:	Fecha:
Firma:	Firma:
Jefe de pruebas	Inspector
Empresa:	Entidad:
Nombre:	Nombre:
Fecha:	Fecha:
Firma:	Firma:

7. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

7.1 INTERNOS

- [1] PE-ZATR-DISE-DG82-001: "Criterios de diseño electromecánicos y estructuras metálicas".
- [2] PE-ZATR-00010-D002: "Equipos de Alta Tensión - Requisitos Generales".
- [3] PE-ZATR-00010-D003: "Equipos de Alta Tensión - Especificaciones Técnicas".

7.2 EXTERNOS

- [4] ANSI/NETA Standard for Acceptance Testing Specifications for Electrical Power Equipment and Systems, 2009.
- [5] IEC 60099-5, Surge arresters - Selection and application recommendations.
- [6] Subestaciones de Alta y Extra Alta Tensión – Segunda Edición, HMV Ingenieros Ltda., 2003.