

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

**AMPLIACION DE LA CAPACIDAD DE TRANSFORMACION DE LA S.E.
TRUJILLO SUR EN 138/10 KV - SISTEMA INTERCONECTADO
NORTE.**

T E S I S

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE

INGENIERO ELECTRICISTA

CESAR MORENO CUEVA

LIMA - PERU

1993

S U M A R I O

A partir del año de 1984, La Empresa Regional Electro Norte Medio (Hidrandina S.A.) inicia restricciones del suministro de energía eléctrica a la ciudad de Trujillo con 4 Mw diarios a la zona central, debido a la sobrecarga del Transformador de 30 Mva, 138/10 Kv de la S.E. Trujillo Sur. Esta política de restricción empieza crear mala imagen institucional a dicha Empresa, amén de ocasionarle pérdidas económicas por la energía no vendida.

Con la culminación del proyecto L.T. 220 Kv Trujillo-Chiclayo, en el año 1986, se instaló 01 Autotransformador de 100 Mva en 220/138/10 Kv en la S.E. Trujillo Norte, cuyo terciario en 10 Kv quedó disponible para su explotación hasta 30 Mva.

En el presente trabajo se ha desarrollado la mejor alternativa técnico económico que permite realizar la Ampliación de la S.E. Trujillo Sur en 138/10 Kv, mediante el traslado del trafo de 25 Mva, 138/10 Kv de la S.E. Trujillo Norte (con su respectivo equipamiento en 138 Kv) hacia la S.E. Trujillo Sur; previa implementación de la salida en 10 Kv del Autotrafo 100 Mva, hacia barras 10 Kv en la S.E. Trujillo Norte, para el normal suministro en 10 Kv en dicha subestación.

E X T R A C T O

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

TITULO.....: AMPLIACION DE LA CAPACIDAD DE
TRANSFORMACION DE LA S.E. TRUJILLO SUR EN
138/10 Kv - SISTEMA INTER-CONECTADO NORTE.
AUTOR.....: CESAR AUGUSTO MORENO CUEVA
TITULO PROFESIONAL...: INGENIERO ELECTRICISTA
FALCULTAD.....: INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA
CIUDAD.....: LIMA
AÑO.....: 1993

La Ampliación de la Capacidad de Transformación de la Subestación Trujillo Sur en 138/10 Kv. consta de dos (02) secciones de obras electromecánicas las cuales se detallan:

- 1.- Implementación salida en 10 Kv del Autotrafo 100 Mva, 220/138/10 Kv. en la S.E. Trujillo Norte.
- 2.- Ampliación S.E. Trujillo Sur en 138/10 Kv.

Estas dos secciones de obras electromecánicas, se encuentran estrechamente ligadas, siendo la ejecución de la primera sección de obra la que permitirá la Ampliación de la S.E. Trujillo Sur.

En el presente trabajo, se ha desarrollado en detalle las dos secciones de obras, como son los esquemas de alta tensión 138 Kv, media tensión 10 Kv y los esquemas de mando, control, medición, protecciones, alarmas y señalizaciones; las cuales determinan desde el punto de vista técnico, el alcance y las condiciones para la cabal realización de las obras electromecánicas del presente proyecto.

I N D I C E

PROLOGO	12
CAPITULO I : CONDICIONES GENERALES Y PARTICULARES DEL PROYECTO	15
1.1. CONDICIONES GENERALES.	15
1.1.1. SITUACION DEL SUMINISTRO DE ENERGIA A LA CIUDAD DE TRUJILLO	15
1.1.2. ESTUDIO DE LA MAXIMA DEMANDA DE LA CIUDAD DE TRUJILLO	16
1.1.3. ALTERNATIVAS DE SOLUCION PARA AMPLIAR LA CAPACIDAD DE POTENCIA EN 138/10 Kv- CIUDAD DE TRUJILLO:	17
1.1.4. CONCLUSIONES:	20
1.2. CONDICIONES PARTICULARES DEL PROYECTO:	20
1.2.1. DESCRIPCION GENERAL DE LAS SECCIONES DE OBRAS ELECTROMECHANICAS:	21
CAPITULO II : IMPLEMENTACION SALIDA EN 10 Kv DEL TERCARIO DEL AUTOTRAFO 100 Mva-S.E. TRUJILLO NORTE.	32
2.1. MEMORIA DESCRIPTIVA INSTALACION SUBTERRANEA SALIDA EN 10 Kv DEL AUTOTRAFO 100 Mva - S.E. TRUJILLO NORTE.	33
2.1.1. OBJETIVO:	33
2.1.2. DESCRIPCION DE LA INSTALACION SUBTERRANEA SALIDA EN 10 Kv DEL AUTOTRAFO 100 Mva - S.E. TRUJILLO NORTE.	33
2.1.3. ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL SUMINISTRO DE MATERIALES	36
2.1.4. CALCULOS ELECTRICOS:	38
2.2. MEMORIA DESCRIPTIVA INSTALACION AEREA SALIDA EN 10 KV DEL AUTOTRAFO 100 Mva S.E. TRUJILLO NORTE	46
2.2.1. TIPO DE INSTALACION	47
2.2.2. CALCULOS ELECTRICOS:	48
2.3. ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL SUMINISTRO DE MATERIALES Y EQUIPOS	54
2.3.1. ESPECIFICACIONES TECNICAS SUMINISTRO DE MATERIALES INSTALACION AEREA SALIDA EN 10 Kv DEL AUT- 100 Mva	54
2.3.2. ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL SUMINIS-	

TRO DE EQUIPOS PROTECCION AUTOTRAFO 100 MVA S.E TRUJILLO NORTE	58
2.4. FILOSOFIA DE FUNCIONAMIENTO U OPERACION	60
2.4.1. SISTEMA DE PROTECCION ACTUAL DEL AUTO- TRAFO 100 MVA S.E. TRUJILLO NORTE:	60
2.4.2. SISTEMA DE PROTECCION CON LA IMPLEMEN- TACION SALIDA EN 10KV DEL AUTOTRAFO TRAFO 100 MVA S.E. TRUJILLO NORTE	61
CAPITULO III : AMPLIACION CAPACIDAD DE POTENCIA EN 138/10Kv S.E. TRUJILLO SUR	100
3.1. TRASLADO TRAF0 25/33 MVA DE LA S.E. TRUJILLO NORTE HACIA LA S.E. TRUJILLO SUR.	100
3.1.1. AMPLIACION DE POTENCIA S.E. TRUJILLO SUR EN 138/10 Kv	101
3.2. FILOSOFIA DE FUNCIONAMIENTO CON LA AMPLIA- CION EN 138/10 Kv DE LA S.E. TRUJILLO SUR.	101
3.2.1. CRITERIOS BASICOS:	101
3.2.2. SECUENCIA DE OPERACION	106
3.3. CRITERIOS Y PROCEDIMIENTOS DE MONTAJE AMPLIA- CION EN 138/10 Kv S.E. TRUJILLO SUR	111
3.3.1. MONTAJE TRANSFORMADOR 25 Mva, 138/10 Kv:	111
3.3.2. MONTAJE EQUIPOS DE MANIOBRA Y MEDICION 138 Kv	113
3.3.3. SISTEMA DE ALTA TENSION 138 Kv (CONECTO- RES, ACOMETIDAS A BARRAS)	114
3.3.4. PANELES DE PROTECCION Y MEDICION, CUADROS DE SERVICIOS AUXILIARES, RECTIFICADOR, BATERIAS ACUMULADORES, ETC.	114
3.3.5. RED DE TIERRA	115
3.3.6. TENDIDO Y CONEXIONADO DE CABLES	116
CAPITULO IV : ESPECIFICACIONES TECNICAS DE SUMI- NISTRO DE EQUIPOS Y MATERIALES, AMPLIACION S.E. TRUJILLO SUR.	121
4.1. ALCANCES	121
4.1.1. OBJETIVO:	121
4.1.2. EXTENSION DE LAS ESPECIFICACIONES TECNI- CAS	121
4.1.3. PUNTOS TERMINALES EXTERIORES	122
4.2. DATOS GENERALES DE LAS OBRAS	122

4.2.1. DESCRIPCION DE LA S.E. TRUJILLO SUR	122
4.2.2. EQUIPOS E INSTALACIONES A SER SUMINISTRADOS E INSTALADOS	123
4.3. CONDICIONES DE UTILIZACION DE LOS SUMINISTROS	124
4.3.1. CARACTERISTICAS GEOGRAFICAS Y CLIMATOLOGICAS	124
4.3.2. CARACTERISTICAS ELECTRICAS DEL SISTEMA INTERCONECTADO CENTRO NORTE	125
4.4. TRANSFORMADOR 25/33 MVA, 138/10 Kv	126
4.4.1. CONDICION ACTUAL DEL TRAF0 25 Mva, 138/10 KV.	126
4.4.2. DATOS TECNICOS GARANTIZADOS POR EL FABRICANTE	127
4.5. INTERRUPTOR DE POTENCIA 138 Kv	128
4.5.1. CARACTERISTICAS TECNICAS GARANTIZADOS POR EL FABRICANTE	129
4.4.2. CARACTERISTICAS DEL MANDO	129
4.6. SECCIONADOR DE BARRA 138 Kv	130
4.6.1. CARACTERISTICAS TECNICAS:	130
4.7. TRANSFORMADORES DE MEDIDA	130
4.7.1. TRANSFORMADOR DE TENSION:	130
4.7.2. TRANSFORMADOR DE CORRIENTE:	131
4.8. PARARRAYOS 138 Kv PROTECCION TRAF0 25 Mva	131
4.9. EQUIPOS DE PROTECCION CELDA TRAF0 25 Mva	131
4.9.1. PROTECCION DIFERENCIAL	131
4.9.2. PROTECCION SOBRECORRIENTE LADO 138 Kv:	133
4.10. EQUIPOS DE MEDICION LADO 138 Kv	133
4.11. EQUIPAMIENTO CELDA 10 Kv	135
4.12. SISTEMA DE ALARMA Y SEÑALIZACIONES	137
4.13. RECTIFICADOR DE 250 VCC	137
4.14. BANCO DE BATERIAS 250 Vcc (Estacionarias)	138
4.15. INSTRUMENTOS DE MEDICION LADO 10 Kv	138
4.16. TABLEROS DE CONTROL Y SS.AA. (Faltantes)	139
4.17. MATERIALES AMPLIACION S.E. TRUJILLO SUR	139

CAPITULO V : PRESUPUESTO BASE DEL PROYECTO	141
5.1. PRESUPUESTO BASE IMPLEMENTACION SALIDA EN 10 Kv AUTOTRAFO 100 MVA S.E. TRUJILLO NORTE.	142
5.1.1. Costo equipos faltantes	142
5.1.2. Costo línea aérea 10 Kv	142
5.1.3. Costo Montaje y Supervisión	142
5.1.4. Gastos Administrativos	142
5.2. PRESUPUESTO BASE AMPLIACION S.E. TRUJILLO SUR	142
5.2.1. OBRAS CIVILES	142
5.2.2. OBRAS ELECTROMECHANICAS:	142
5.3. TOTAL PRESUPUESTO BASE DEL PROYECTO:	143
CAPITULO VI : ESQUEMAS ELECTRICOS AMPLIACION S.E. TRUJILLO SUR	154
6.1. CONDICIONES DE REPRESENTACION DE LOS ESQUEMAS	154
6.2. NUMERACION Y MODELO DEL MARCO DE LOS ESQUEMAS ELECTRICOS	155
6.2.1. NUMERACION DE LOS ESQUEMAS ELECTRICOS	155
6.2.2. MODELO DEL MARCO DE LOS ESQUEMAS ELECTRICOS	156
6.3. CUADRO DE CONTROL, PROTECCION Y MEDICION	156
6.4. DESIGNACION DE REGLETAS DE BORNAS	157
6.5. NUMERACION DE LOS HILOS INTERIORES DE PANELES	157
6.6. SECUENCIA DE LOS CIRCUITOS	157
6.7. LISTADO DE ESQUEMAS ELECTRICOS:	157
6.8. LISTADO DE CABLES DE CONTROL:	158
6.8.1. DESIGNACION DE LOS CABLES EXTERIORES:	158
6.9. FICHAS DE CONEXIONADO:	158
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	215
BIBLIOGRAFIA	219
APENDICES	220

P R O L O G O

1. OBJETIVO

El objetivo del presente proyecto es dar una solución de ejecución inmediata, a las restricciones de suministro de energía eléctrica a la ciudad de Trujillo (4 Mw diarios zona céntrica); por encontrarse el trafo 30 MVA, 138/10 Kv (refrigeración ONAN) de la S.E. Trujillo Sur, operando con una sobrecarga mayor del 11% de su capacidad nominal desde el año 1,984.

2. ALCANCES

El alcance del presente Estudio comprende los siguientes aspectos principales

En el CAPITULO I, trata sobre el estudio de la Demanda Máxima de la Ciudad de Trujillo desde el año 1,984 hasta el año 1,990, y así mismo las proyecciones de Demanda de Potencia Activa y Energía activa desde el año 1,991 hasta el año 2,010, de las Sub-estaciones Trujillo Sur y Trujillo Norte. En este Capítulo también se analizan las alternativas (03) de solución a corto, mediano y largo plazo para Ampliar la Capacidad de Potencia en 138/10 Kv en la Ciudad de Trujillo.

En el CAPITULO II, se describe la Implementación de la salida en 10 Kv del Terciario del AUTOTRAFO 100 MVA, de la S.E. Trujillo Norte, considerando dicha implementación con dos (02) alternativas; siendo la primera mediante una instalación subterránea y la segunda mediante una instalación aérea. Debido a la existencia de materiales en la Empresa Electroperú S.A., la implementación en 10 Kv del AUTOTRAFO 100 MVA, se optó por la segunda alternativa, es decir mediante una instalación aérea con cable de Aleación de Aluminio ACAR de 2 x 498.2 mm² (02 por fase), soportadas en estructuras metálicas. Así mismo en éste Capítulo se detalla los esquemas eléctricos de las modificaciones en el Sistema de Protección del AUTOTRAFO 100 MVA, referente a la protección diferencial y protección de fallas a tierra en barras 10 Kv.

En el CAPITULO III, se describe la Ampliación de la Capacidad de potencia en 138/10 Kv, en la S.E. Trujillo Sur, relativo al esquema de Alta Tensión (Patio de Llaves 138 Kv), el equipamiento en 138/10 Kv a instalarse, el Sistema de Protección y la Filosofía de funcionamiento tanto de la operación y mantenimiento con la Ampliación de dicha Subestación.

En los CAPITULOS IV y V, trata de las especificaciones técnicas del suministro de Equipos, materiales y el presupuesto base del presente proyecto.

En el CAPITULO VI, se detalla todos los esquemas eléctricos de los circuitos de control, mando, medición, protección, señalización y alarmas del equipamiento de 138/10 Kv y de servicios auxiliares. En este Capítulo se explica la metodología adoptada y la secuencia lógica de los circuitos para su mayor interpretación y comprensión de los esquemas de la Ampliación en la S.E. Trujillo Sur.

Finalmente, se describe las conclusiones y recomendaciones que resultan del presente proyecto.

CAPITULO I
CONDICIONES GENERALES Y PARTICULARES DEL PROYECTO.

1.1. CONDICIONES GENERALES.

1.1.1. SITUACION DEL SUMINISTRO DE ENERGIA A LA CIUDAD DE TRUJILLO

A.- POTENCIA INSTALADA :

El Suministro de energía eléctrica a la ciudad de Trujillo se realiza mediante las siguientes instalaciones conformantes del Sistema Interconectado Norte (SIN)

A.1.- S.E. Trujillo Norte :

Con una potencia instalada :

- 01 Autotrafo de 100/100/20 Mva, 220/138/10 Kv, ONAN/ONAF
- 01 Trafo de 25 Mva, 138/10 Kv, ONAN.

A.2.- S.E. Trujillo Sur :

Con una potencia instalada :

- 01 Trafo de 30 Mva, 138/10 Kv, ONAN.

El cuadro No.1.1, nos muestra la potencia instalada aparente (MVA) y activa (MW) en las SS.EE. Trujillo Norte y Trujillo Sur en 220/138/10 Kv.

El suministro de energía de la zona Norte; tanto domiciliaria e Industrial de la ciudad de Trujillo es atendida desde la S.E. Trujillo Norte y la zona sur y centro de la ciudad es atendida por la S.E.Trujillo Sur (ver diagrama Unifilar No.1.5).

1.1.2. ESTUDIO DE LA MAXIMA DEMANDA DE LA CIUDAD DE TRUJILLO

A.- MAXIMA DEMANDA ACTUAL (1991)

El cuadro No.1.2 es el resumen de la máxima demanda desde el año 1984 hasta 1990; tomado del Departamento de programación y Estadística Electroperú S.A. (chimbote); referente a las SS. EE. Trujillo Norte y Trujillo Sur.

Como se puede observar en el cuadro No.1.2, desde el año 1984, el transformador de 30 Mva, 138/10Kv de la S.E.Trujillo Sur viene operando con una sobrecarga mayor de 11% de su potencia nominal.

Asi mismo el sector industrial importante en nivel 138Kv, como son TRUPAL y MOTIL, practicamente se mantienen desde el año 1984 en 15 Mw y 5 Mw respectivamente.

De igual manera, es importante resaltar que el año 1987, Hidrandina S.A. traslada parte de su carga en 10Kv (3 Mw), de la S.E. Trujillo Sur hacia la S.E.Trujillo Norte; para

evitar mayor sobrecarga en el trafo de 30 Mva de la S.E. Trujillo Sur.

B.- PROYECCION DE MAXIMA DEMANDA CIUDAD DE TRUJILLO PERIODO 1991 AL 2,010

Los cuadros No.1.3 y 1.4 , nos muestran el resúmen de las proyecciones de Demanda de Potencia (Kw) y las proyecciones del Consumo de Energía(Mw-h) en el período año 1991 al 2,010; de las SS.EE. Trujillo Norte y Trujillo Sur en 10Kv, siendo estas subestaciones involucradas en el presente proyecto.

Analizando los cuadros No. 1.2, 1.3 y 1.4, podemos concluir la necesidad urgente de instalar 01 transformador de potencia de 25 Mva, 138/10 Kv (ONAN); en la S.E.Trujillo Sur; para atender el suministro de energía a la ciudad de Trujillo en un período de 10 años.

Las diferentes alternativas a corto, mediano y largo plazo; para dar una solución al problema de capacidad de transformación en 138/10Kv en la S.E.Trujillo Sur, se analiza en el Item 1.1.3.

1.1.3. ALTERNATIVAS DE SOLUCION PARA AMPLIAR LA CAPACIDAD DE POTENCIA EN 138/10Kv - CIUDAD DE TRUJILLO :

A.- ALTERNATIVA No.1 (Ver diagrama Unifilar No.1.6) :

- Implementar la salida en 10Kv del terciario del Autotrafo 100 Mva, de la S.E. Trujillo Norte, hacia una nueva celda independiente a la existente; esto debido a la incompatibilidad de grupos de conexión entre el Trafo 25 Mva (grupo YNyn0) y el Autotrafo 100 Mva (grupo YNynd-11) que impide la operación en paralelo de estos equipos.

- Teniendo otra barra en 10Kv en la S.E. Trujillo Norte, Hidrandina S.A. podría modificar y/o ampliar sus redes en 10Kv; para transferir algunas cargas de la S.E. Trujillo Sur, hacia la S.E. Trujillo Norte, hasta una potencia de 20 Mva.

- Esta alternativa tiene 02 desventajas técnicas, la primera es la mayor densidad de carga y el crecimiento poblacional es hacia el Sur-Oeste de Trujillo; a más de 08 Km de la S.E. Trujillo Norte, lo cual es una limitación por la caída de tensión. En segundo lugar la regulación manual del AUT-100 Mva, afectaría a la barra en 10Kv existente; debido a que el Trafo 25 Mva se encuentra operando con su conmutador en tap-fijo No.9 (similar a un conmutador en vacío).

B.- ALTERNATIVA No.2 (Ver diagrama Unifilar No.1.7) :

- Implementar la salida en 10 Kv del terciario del Autotrafo 100 Mva en la S.E. Trujillo Norte, hacia la

barra 10kv existente, para el suministro de las radiales

- Lo anterior permitira retirar el Trafo de 25/33 Mva, 138/10Kv ONAN/ONAF, de la S.E.Trujillo Norte, para su instalación en una nueva subestación denominada Trujillo Oeste en 138/10Kv; cuya ubicación física sería de 08-09 Km de la S.E. Trujillo Norte al Oeste de la ciudad de Trujillo.

Esta alternativa implica la construcción de una nueva subestación en 138/10Kv (obras civiles y electromecánicas) con su respectivo equipamiento en 138/10 Kv y así mismo la construcción de una L/T en 138 Kv de interconexión con la S.E. Trujillo Norte.

C.- ALTERNATIVA No.3 (Ver diagrama No.1.8) :

- Implementar la salida en 10Kv del terciario del Autotrafo 100Mva de la S.E.Trujillo Norte, hacia la barra 10 Kv existente para el normal suministro de las radiales.

- Lo anterior permitirá retirar el trafo de 25 Mva de la S.E.Trujillo Norte, para realizar la Ampliación en 138/10 Kv de la S.E.Trujillo Sur, utilizando el mismo equipamiento en 138Kv de la celda del TR-25 Mva.

- La operación en paralelo de los trafos 30 Mva y 25 Mva en la S.E.Trujillo Sur, no será posible por tener diferen-

tes grupos de conexionado y de tensión de cortocircuito; así mismo los secundarios en 10Kv del TR-25 Mva (en estrella-neutro a tierra) y del TR-30Mva (en triangulo), impiden la marcha en paralelo.

- Considerando lo anterior, la operación del trafo 25/33 Mva, 138/10Kv, será en barras 10Kv independiente al existente en la S.E. Trujillo Sur.

1.1.4. CONCLUSIONES :

- De las 03 alternativas planteadas, la tercera resulta ser la más Técnico - Económico para su ejecución inmediata, con ciertas modificaciones en el sistema de protección del AUTOTRAFO 100 Mva, 220/138/10Kv, barra general en 10Kv de la S.E Trujillo Norte y la adquisición de algunos equipos adicionales para la Ampliación de la S.E. Trujillo Sur.

- En el presente proyecto se a desarrollado la alternativa No.3, el cual fue aprobado por Electroperú S.A. considerandose prioritaria su ejecución inmediata

1.2.- CONDICIONES PARTICULARES DEL PROYECTO :

El proyecto "Ampliación Capacidad de Potencia en 138/10Kv de la S.E.Trujillo Sur", está dividido en dos (02) secciones de obras electromecánicas, las cuales se

detallan :

- PRIMERA SECCION DE OBRA : Implementación salida en 10Kv del Autotrafo 100 Mva, 220/138/10Kv en la S.E. Trujillo Norte.
- SEGUNDA SECCION DE OBRA : Ampliación S.E. Trujillo Sur en 138/10Kv.

Estas 02 secciones de obras electromecánicas, se encuentran estrechamente ligadas, siendo la ejecución de la primera sección de obra la que permitirá ejecutar la Ampliación de la S.E. Trujillo Sur.

1.2.1. DESCRIPCION GENERAL DE LAS SECCIONES DE OBRAS ELECTROMECANICAS :

A.- IMPLEMENTACION SALIDA EN 10KV DEL TERCARIO DEL AUTOTRAFO 100/100/20 Mva, 220/138/10Kv S.E. TRUJILLO NORTE.

El año 1986, se culminó el proyecto L.T. 220Kv Trujillo - Chiclayo, en la que se construyó un patio de llaves en 220 Kv de doble barra; instalándose 01 Autotrafo de 100 Mva, 220/138/10Kv en la S.E. Trujillo Norte ; siendo éste autotrafo la que interconecta el patio de llaves 220Kv con el patio de llaves de 138Kv en anillo cerrado.

Derivado de dicho proyecto el terciario en 10Kv del Autotrafo 100Mva se encuentra disponible para su explotación

hasta 30Mva.

En el presente proyecto se ha considerado implementar la salida en 10Kv del AUT-100 Mva, saliendo de su terciario mediante una instalación subterránea ó aérea, para llegar a barras 10Kv existente, para el suministro de las radiales.

Esta implementación implica necesariamente las siguientes modificaciones :

Implementar la protección diferencial al devanado terciario en 10Kv del AUT-100 Mv.

- Modificar la protección de sobrecorriente de fases en el devanado en 10Kv del AUT-100 Mva.

- Implementar 01 relé de tensión homopolar para fallas a tierra en las radiales de 10 Kv, esto debido a que el devanado en 10Kv del Autotrafo 100 Mva es en triángulo.

B.- AMPLIACION S.E.TRUJILLO SUR EN 138/10Kv

La implementación de la salida en 10Kv del AUTOTRAFO 100Mva en la S.E.Trujillo Norte, permitira retirar y trasladar el trafo de 25 Mva, 138/10Kv de ésta subestación, para realizar la ampliación de la S.E.Trujillo Sur; logrando de esta manera ampliar la capacidad de potencia de dicha planta, cuyo transformador de 30 Mva, 138/10Kv viene operando desde 1984 con una sobrecarga permanente mayor del 11% de su capacidad nominal; amén de las restricciones

diarias que se viene realizando del orden de 04 Mw; debido a la sobrecarga del mencionado transformador.

Los trabajos de ampliación de la S.E. Trujillo Sur, consisten en el montaje de una celda en 138Kv para el trafo 25 Mva y otra celda de llegada a barras "B" en 10Kv existente.

El Equipamiento a instalarse en la Ampliación de la S.E. Trujillo Sur es :

- 01 Interruptor de potencia tripolar de 138Kv.
- 01 Seccionador de barra tripolar de 138Kv.
- 03 trafos de corriente en 138Kv (protección y medición).
- 03 trafos de tensión de 138Kv (medición).
- 03 pararrayos en 138Kv.
- 01 trafo de potencia 25/33 Mva, 138/10Kv ONAN/ONAF
- 01 celda de 10Kv equipado con equipos de maniobra y medición.
- Instalación cables de energía de 10Kv.
- Instalación de equipos de protección, control, mando y señalización del equipamiento en 138/10Kv.
- Instalación de tableros auxiliares en C.A. y C.C.
- Instalación de 01 banco de baterías y 01 rectificador de 250 Vcc.
- Conexión en Alta y baja tensión.
- Obras civiles respectivas.

POTENCIA INSTALADA S.E. TRUJILLO NORTE Y S.E. TRUJILLO SUR

INSTALACION	220 Kv		138 Kv		10 Kv	
	Mva	Mw	Mva	Mw	Mva	Mw
S.E.Trujillo Norte						

- AUT-100 Mva	100	90	70	63	* 30	27
- Trafo 25 Mva	---	---	25	22.5	25	22.5
S.E.Trujillo Sur						

- Trafo 30 Mva	---	---	30	27	30	27
Total	100	90	125	112.5	85	76.5

CUADRO No. 1.1

Nota : (*) El terciario del Autotrafo 100 Mva, se encuentra disponible para explotación y de acuerdo al fabricante (Westinghouse) es posible usar en las siguientes condiciones de capacidad : A.T./B.T./terciario, 100/70/30 Mva en 220/138/10Kv respectivamente.

MAXIMA DEMANDA UNIDAD ZONAL LA LIBERTAD (Mw)

SS.EE.	1984		1985		1986		1987		1988		1989		1990	
	Kv	DEMAN.	Kv	DEMAN.	Kv	DEMAN.	Kv	DEMAN.	Kv	DEMAN.	Kv	DEMAN.	Kv	DEMAN.
SETSUR	10	29.9 Mw	10	31.0	10	30.5	10	31.1	10	33.17	10	30.3	10	30.3
SETNOR	10	10.5 Mw	10	10.5	10	14.4	10	17.6	10	19.0	10	17.6	10	16.2
TRUPAL	138	12.5 Mw	138	13.0	138	15.0	138	14.9	138	14.49	138	14.0	138	14.4
MOTIL	138	4.6 Mw	138	5.3	138	4.7	138	6.4	138	5.35	138	5.3	138	5.2

CUADRO No. 1.2

PROYECCION MAXIMA DEMANDA DE POTENCIA (Kw)

SS.EE. TRUJILLO NORTE Y TRUJILLO SUREN 10Kv

S.S.E.E.	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
SETNOR	16967	17946	18944	19981	2107	22153	23308	24502	25715	26967
SETSUR	28552	30220	32028	33928	35078	37117	39292	41558	42873	45220

S.S.E.E.	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
SETNOR	28298	29649	31058	32506	34013	35559	37163	38807	40510	42252
SETSUR	47656	50136	53976	54162	56844	59612	62554	65539	68654	71855

CUADRO No. 1.3

PROYECCION DEL CONSUMO DE ENERGIA (M_{w-h})

S.E. TRUJILLO NORTE Y S.E. TRUJILLO SUR EN 10 Kv

S.S.E.E.	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
SETNOR	76035	80516	85160	89971	94957	100120	105465	110998	116722	122644
SETSUR	125358	133333	141781	147333	156485	166081	176080	186458	192730	203619

S.S.E.E.	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
SETNOR	128715	134986	141470	148168	155088	162236	169620	177245	185120	193251
SETSUR	214902	226587	238684	245364	258018	271109	284527	298391	312723	327530

* Fuente de informacion : Gerencia Tecnica - Eiectroperu S.A.

CUADRO No. 1.4

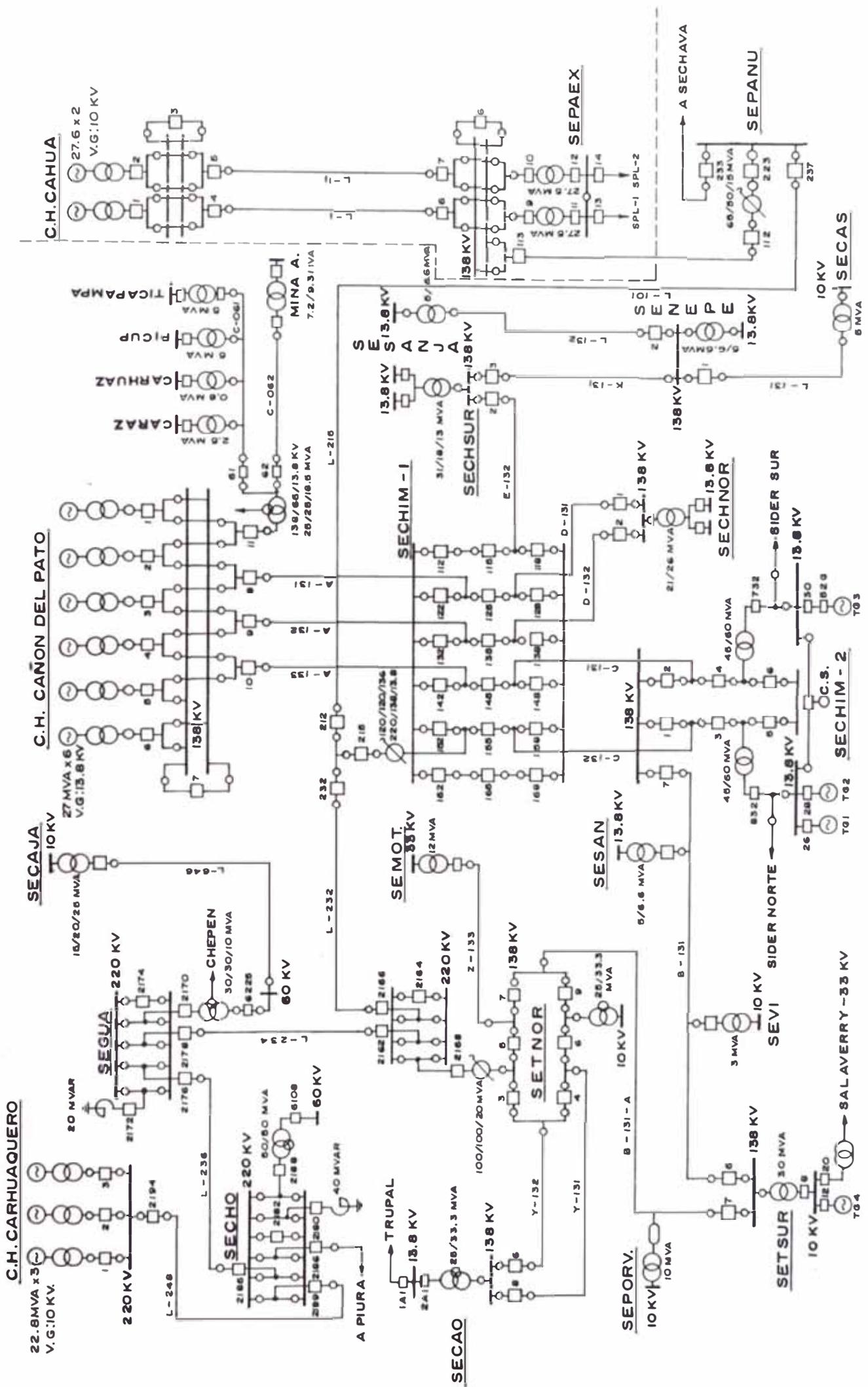
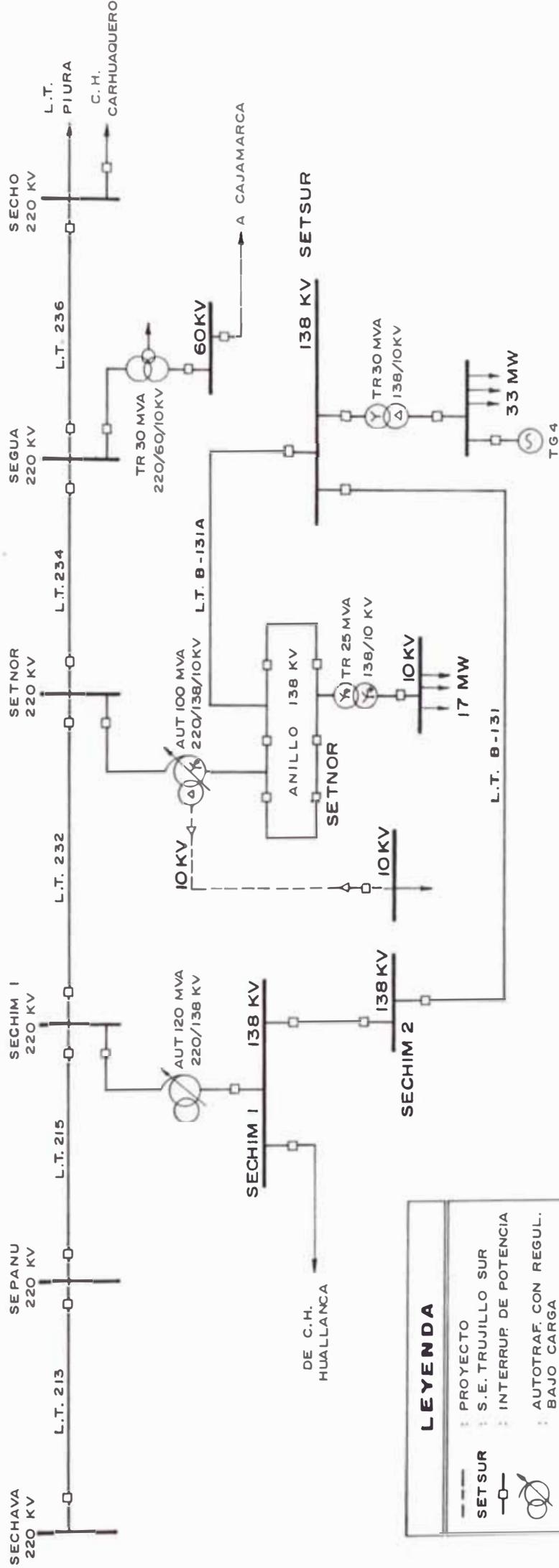


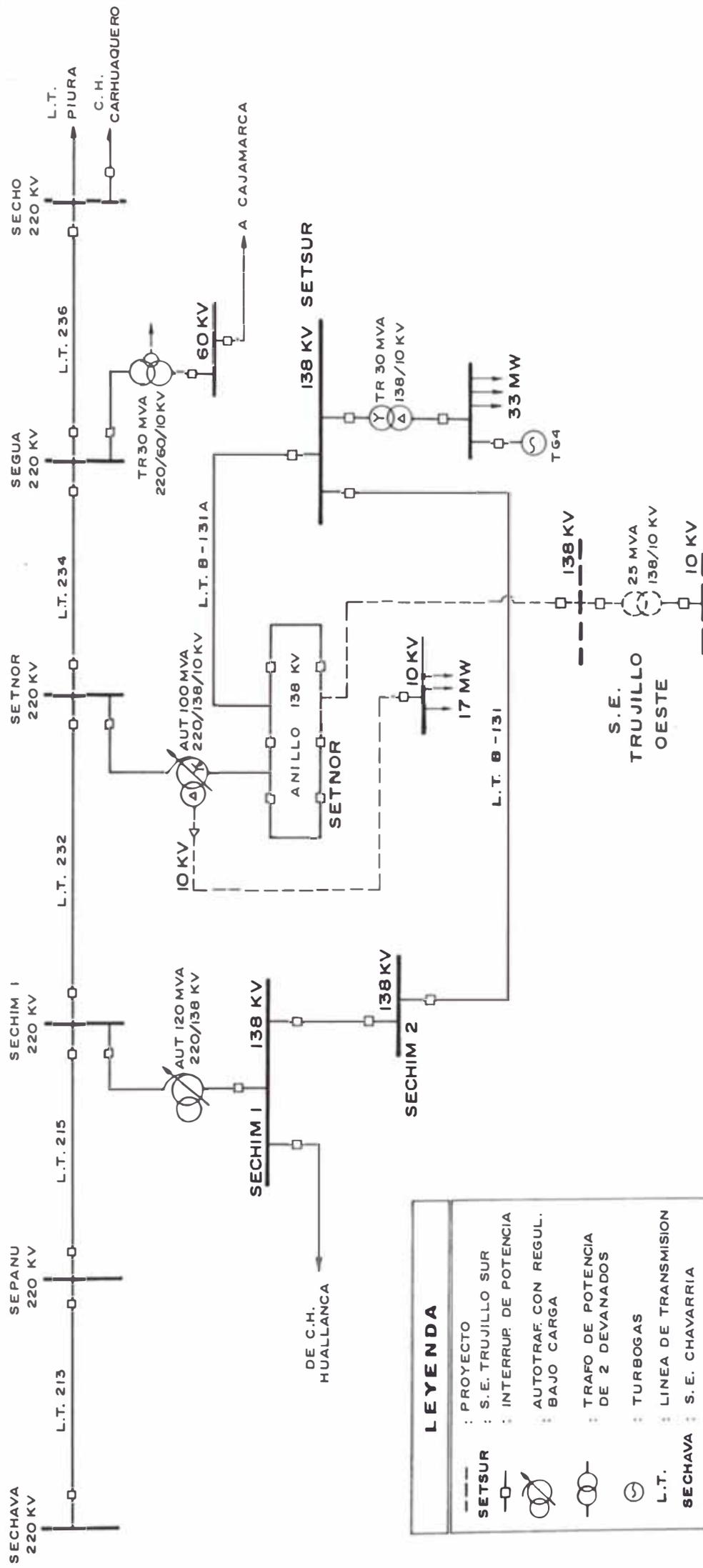
DIAGRAMA UNIFILAR I. 6



LEYENDA	
---	PROYECTO
—○—	S.E. TRUJILLO SUR
—○—	INTERRUP DE POTENCIA
—○—	AUTOTRAF. CON REGUL. BAJO CARGA
—○—	TRAFO DE POTENCIA DE 2 DEVANADOS
—○—	TURBOGAS
L.T.	LINEA DE TRANSMISION
SECHAVA	S.E. CHAVARRIA
SECHANU	S.E. PARAMONGA NUEVA
SECHIM I	S.E. CHIMBOTE I
SETNOR	S.E. TRUJILLO NORTE
SEGUA	S.E. GUADALUPE
SECHO	S.E. CHICLAYO OESTE

DIAGRAMA UNIFILAR DEL SISTEMA INTERCONECTADO CENTRO - NORTE

DIAGRAMA UNIFILAR 1.6



**DIAGRAMA UNIFILAR DEL SISTEMA INTERCONECTADO
CENTRO - NORTE**

DIAGRAMA UNIFILAR 1.7

LEYENDA	
---	: PROYECTO
SETSUR	: S.E. TRUJILLO SUR
— —	: INTERRUPTOR DE POTENCIA
⊗	: AUTOTRAF. CON REGUL. BAJO CARGA
⊖	: TRAFEO DE POTENCIA DE 2 DEVANADOS
⊙	: TURBOGAS
L.T.	: LINEA DE TRANSMISION
SECHAVA	: S.E. CHAVARRIA
SECHAVA	: S.E. PARAMONGA NUEVA
SECHIM I	: S.E. CHIMBOTE I
SETNOR	: S.E. TRUJILLO NORTE
SEGUA	: S.E. GUADALUPE
SECHO	: S.E. CHICLAYO OESTE

CAPITULO II
IMPLEMENTACION SALIDA EN 10KV DEL TERCARIO DEL
AUTOTRAFO 100 Mva - S.E. TRUJILLO NORTE.

Para la implementación de la salida en 10Kv del Auto-
trafo 100 Mva, de la S.E. Trujillo Norte se a planteado 02
alternativas; siendo la primera la implementación de
una instalación subterránea mediante cable de energía seco
y la segunda mediante una instalación aérea.

Por motivos de procedimiento administrativos en la Empresa
Electroperú S.A. (Licitación, normas, ley de presupuestos,
etc), los cuales no permitirán la adquisición inmediata del
cable de energía tipo N2YSY 1 x 300 mm² (3,000 m), se op-
tará la alternativa de una instalación aérea mediante con-
ductor desnudo de aleación de Aluminio de 498.2 mm² (02
por fase), soportadas con estructuras metálicas denomina-
das "RETICULADOS"; debido a su existencia en stock. (Elec-
troperú S.A., utiliza en la actualidad estos reticulados
para reemplazar provisionalmente de sus torres de alta
tensión colapsadas por atentados).

A continuación, se procederá a desarrollar las 02 alterna-
tivas mencionadas :

2.1.- MEMORIA DESCRIPTIVA INSTALACION SUBTERRANEA SALIDA EN 10Kv DEL AUTOTRAFO 100 Mva - S.E.TRUJILLO NORTE.

2.1.1. OBJETIVO :

El objetivo de implementar la salida en 10Kv del Autotrafo 100 Mva es de retirar y trasladar el trafo de 25 Mva, 138/10Kv de la S.E.Trujillo Norte; para efectuar la ampliación de la S.E. Trujillo Sur en 138/10Kv.

2.1.2. DESCRIPCION DE LA INSTALACION SUBTERRANEA SALIDA EN 10Kv DEL AUTOTRAFO 100 Mva - S.E.TRUJILLO NORTE.

A.- TIPO DE INSTALACION :

A.1- Salida de los terminales del terciario 10Kv del Autotrafo 100Mva mediante cable de aluminio TAAAC de 850 mm², hasta barras de cobre (electrolítico) temple duro de 10 x 100 x 1000 mm y de estas salir mediante botellas terminales tipo exterior de porcelana (03 por fase) con cable seco tipo N2YSY 1 x 300 mm² recorriendo por la canaletta existente y llegar a barras generales 10Kv; utilizando la misma celda existente del Trafo 25 Mva, la distancia total entre el Autotrafo 100 Mva y la celda de 10Kv es de 250 m (longitud del cable de energía por canaletas).

A.2.- La llegada a la barra general de 10Kv, será mediante terminales flexibles de instalación interior (capucha ais-

lante de alta resistencia). Los detalles de montaje y/o dimensiones se muestran en los esquemas 2.1, 2.2, 2.3 y 2.4.

B.- CELDA DE LLEGADA A BARRAS 10Kv :

La celda de 10Kv, llegada a barras del Autotrafo 100 Mva, será la celda existente del Trafo 25Mva. Esta celda es del tipo metal-clad, con un disyuntor de ejecución extraíble é implementado con el siguiente equipamiento :

B.1.- Disyuntor Extraíble : De las siguientes características :

- Tipo : DST 245.750.
- Tensión Nominal : 15 Kv.
- Corriente Nominal : 2,500 A.
- Braking Capacity : 29-37.5 KA.
- Tensión del mando : 250 Vcc.
- Año fabricación : 1,975.

B.2.- Transformadores de Corriente : Para el sistema de medición y protección en 10Kv del Autotrafo 100 Mva; instalado en las fases R, S, T, de las siguientes características :

- Tensión Nominal : 2,000 A.
- Relación de Transformación :
- Primario : 2,000 A.
- Secundario : Núcleo 1 : 5 A, Clase 1, 30VA.

Núcleo 2 : 5 A, Clase 5P20, 30VA.
Núcleo 3 : 5 A, Clase 5P20, 15VA

- Intensidad Dinámica 320 KA.
- Intensidad Térmica : 128 KA, 1 Seg.

B.3.- Transformadores de Tensión Monofásicos :

Para el sistema de medición, instalados en las fase R y T, de las siguientes características :

- Tipo : VR-15.
- Relación : 10/0.10Kv, 60Hz.
- Potencia : 750 VA.
- Normas : CEI.
- Clase : 1.

B.4.- Equipos de Protección :

Relés de sobrecorriente de tiempo inverso, instalados en las fases R, S, T, que servirá para la protección de sobrecorriente fase a fase del AUTOTRAFO 100 Mva, en 10 Kv las características de estos relés son :

Tipo : ICM 2P - Electromecánico.
Corriente Nominal : 5A.
Tensión Auxiliar : 250 Vcc.

B.5.- Instrumentos de Medición :

Conformado por 01 amperímetro, 01 voltímetro, 01 vatímetro y medidores de energía activa y reactiva; que será

usado para la medición del Autotrafo 100 Mva lado 10Kv.

2.1.3. ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL SUMINISTRO DE MATERIALES

A.- CONDUCTOR DE ALEACION DE ALUMINIO :

- Tipo : TAAAC.
- Número de Hilos : 61.
- Sección : 850 mm²
- Diámetro : 39 mm.
- Peso del Conductor : 2375.3 Kg/Km.
- Corriente Nominal : 1800 A.

B.- TERMINALES DE ALUMINIO :

- Tipo : Terminales de compresión TAAAC para conductor de 850 mm² TM-6112, TM-6107.

C.- BOTELLAS TERMINAL PARA INSTALACION EXTERIOR :

- Tipo : UNIPOLAR
- Tensión Nominal : 12,000 Voltios
- Material : Porcelana
- Longitud de fuga : 26 Cm (mínimo)
- Nivel de aislamiento (BIL) : 95 Kv
- Tipo de Instalación : Al exterior, adaptable a una barra de cobre de 100 x 10 mm (ver figura 2.2)

- Diámetro del cable de energía .. : 39 mm, cable seco Unipolar N2YSY 1 x 300 mm².

D.- BOTELLA TERMINAL PARA INSTALACION INTERIOR :

- Tipo : Unipolar
- Tensión Nominal : 12,000 Voltios
- Material : Resina epoxica o caucho galvanizado.
- Longitud de fuga : 26 Cm (mínimo)
- Tipo de Instalación : Interior (ver figura 2.3)
- Diámetro del cable de energía .. : 39 mm, cable seco Unipolar N2YSY 1 x 300 mm².
- Marca : Terminaciones 3M.

E.- CABLE DE ENERGIA :

- Tipo : Cable seco Unipolar N2YSY.
- Tensión Nominal : 10,000 Voltios.
- Sección : 300 mm².
- Corriente nominal : 600 A.
- Aislamiento : Cable aislado con polietileno.
- Temperatura máxima : 150 C°

F.- BARRAS O PLATINAS DE COBRE :

- Material : Platina de cobre electrolítico temple duro.

- Dimensión (Ancho x Espesor) : Barras : 100 x 10 mm
Derivaciones : 60 x 10 mm
- Corriente Nominal : 1,880 A, 60Hz.

Las derivaciones en "L" (ver figura 2.3) se fabricarán en el lugar de la obra; de acuerdo a las dimensiones de las botellas terminales.

La fijación de las botellas terminales en las platinas de cobre será mediante tornillos de acero con tuercas y arandelas.

El cuadro No.2.5 es el resumen de las especificaciones técnicas y cantidades requeridas; así mismo se indica la existencia de algunos materiales en el almacén de la S.E. Chimbote 1 (SECHIM 1).

2.1.4. CALCULOS ELECTRICOS :

A.- SELECCION DEL CABLE DE ENERGIA :

Para seleccionar nuestro cable de energía, éste debe satisfacer 04 condiciones fundamentales, los cuales vamos a proceder a calcular :

A.1.- TENSION DE LA RED Y REGIMEN DE EXPLOTACION :

La tensión de servicio del cable a elegir dependerá de

las siguientes consideraciones

- a. Sistema : Trifásico de tensión nominal E=10,000 Volt.,60 hz.
- b. Tensión máxima de servicio : 12,000 Voltios.
- c. Tipo de puesta a tierra del sistema : Neutro aislado (conexión en delta del AUT-100 Mva.).
- d. Máxima duración admisible de funcionamiento ininterrumpido con una fase a tierra : Mas de 08 Horas.
- e. Tensión de trabajo del cable (conductor-pantalla) "Eo" : 8.7 Kv para cable unipolar.

De acuerdo a estas consideraciones nuestro cable tendrá una tensión nominal (ver cuadro No.2.6).

$$E_o/E = 8.7/10 \text{ Kv}$$

A.2.- INTENSIDAD MAXIMA DE SERVICIO :

De acuerdo a los datos proporcionados por el fabricante (Indeco Peruana S.A.) las características del cable son :

- Cable Unipolar Tipo : N2YSY 10,000V. 1 x 300 mm²
- Capacidad de corriente : 600 A.

Este cable debe satisfacer las siguientes condiciones de instalación :

- a. Profundidad de colocación a tierra (canaletas) : No inferior a 70 cm.
- b. Temperatura suelo-ambiente : 25 °C
- c. Resistividad térmica del terreno. : $70 \frac{^{\circ}\text{C} \times \text{cm}}{\text{W}}$

- d. Resistividad térmica del aislamiento y protección : $550 \frac{^{\circ}\text{C} \times \text{cm}}{\text{W}}$
- e. Temperatura de trabajo máximo en el conductor. : 70 - 80 °C.
- f. Tipo de instalación. : En canaletas soportada en bandejas.
- g. Distancia entre cables. : 07 cm (mínima)

A.2.1.- FACTORES DE CORRECCION DE LA CAPACIDAD DE CORRIENTE.

La corriente está dada por :

$$I = I_n \times F_{tc} \times F_{ts} \times F_{ac} \times F_{rt}$$

$$I = 600 \times 1.08 \times 1 \times 1 = 602.64 \text{ A.}$$

Donde

I_n - Corriente nominal = 600 A.

F_{tc} = Factor de corrección para temperaturas diferentes del conductor = 1.08

F_{ts} = Factor de corrección para temperaturas suelo-ambiente = 0.93

F_{ac} - Factor de corrección por agrupamiento de cables = 1.0

F_{rt} = Factor de corrección por resistencia térmica del terreno = 1.0

Factores obtenidos de tablas del fabricante, los cuales se muestran en los cuadros 2.7 al 2.12.

A.3.- CALCULO DE LA CAIDA DE TENSION EN REGIMEN DE INTENSIDAD MAXIMA PREVISTA :

- En redes de distribución el CNE recomienda una caída de tensión hasta el 5% de la tensión nominal y en las redes de media tensión se puede admitir caídas hasta el 10 %.

- Para nuestro caso consideramos una caída del 5 % de la tensión nominal y considerando despreciable la impedancia inductiva del cable.

$$\Delta V = \frac{0.0309 \times L \times I \times \text{Cos } \emptyset}{S}$$

$$L = 250\text{m}, I = 602.6 \text{ A}, S = 300 \text{ mm}^2, \text{Cos } \emptyset = 0.9$$

$$\Delta V = \frac{0.0309 \times 250 \times 602.6 \times 0.9}{300} = 13.96 \text{ V.}$$

$\Delta V = 13.96 \text{ V}$, siendo este valor menor de 500 V .
(5% V_n) lo cual satisface nuestro requerimiento.

A.4.- INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO Y TIEMPO DE CORTO CIRCUITO :

El cable a elegir debe tener la sección térmicamente suficiente para soportar una intensidad de servicio permanente y así mismo soportar una corriente de cortocircuito durante cierto tiempo, dadas las características de la red

y del disyuntor de protección; este último factor es determinante en la elección del cable.

El calentamiento producido por la corriente de cortocircuito esta dada por

$$Q = \frac{K}{S^2} \times I_p^2 (t + A_t); A_t = \left(\frac{I_{ch}}{I_p} \right)^2 \times T$$

Donde :

Q - Calentamiento del cable en °C.

S - Sección del cable en mm²

K = Corriente del material = 0.058 para el Cu y 0.0135 Aluminio.

I_p = Corriente permanente de cortocircuito en A.

I_{ch} - Corriente de cortocircuito de choque.

t - Tiempo desde la iniciación del corto circuito hasta la desconexión del disyuntor en segundos.

A_t = Tiempo adicional para tener en cuenta el calentamiento producido por la I_{ch} en segundos.

T = Factor de tiempo de las máquinas,
(T = 0.15 - 0.3 seg. cortocircuito trifásico)
(T = 0.25 - 0.6 seg. cortocircuito bifásico)

Para evaluar el calentamiento debemos tener presente las temperaturas máximas que pueden alcanzar los distintos tipos de los cables :

- Cable aislado con Policloruro de Vinilo (PVC) 140 °C.
- Cable aislado con Polietileno = 150 °C (nuestro caso).

- Cable aislado con Polietileno reticulado = 200 °C.

Usando las expresiones anteriores, se ha elaborado el cuadro No.2.12 para hallar la sección mínima teórica con diferentes corrientes de cortocircuito y tiempos de desconexión del disyuntor teniendo en cuenta la temperatura máxima de 150 °C del cable aislado con Polietileno.

$$S = I_p \times \sqrt{\frac{K}{Q} (t + At)}$$

Como puede observarse en el cuadro No.2.12 la sección mínima que debemos usar es un cable de 188.572 m², para una I_p = 20 KA, I_{ch} = 40 KA y t = 1.5 seg. (holgado) asumidos.

En nuestro caso, hemos elegido el cable de aislamiento de polietileno tipo N2YSY 1 x 300 m² cuyo calentamiento y corriente de cortocircuito será :

$$I_p = \frac{110 \times S}{\sqrt{t}} = \frac{110 \times 300}{\sqrt{1.5}} = 26.945 = 27 \text{ KA}$$

$$Q = \frac{0.0058}{300^2} \times (27,000)^2 \times (1.5 + 0.438) = 91.09 \text{ °C} << 150 \text{ °C}$$

B.- SOBRECARGA ADMISIBLE :

Se puede admitir una sobrecarga de hasta el 25% sobre su corriente nominal (600 A), durante una hora como máxi-

mo, siempre que transcurra un intervalo mínimo de 06 horas entre cada sobrecarga.

$$\text{Isobrecarga} = 1.25 I_n = 1.25 \times 600 = 750 \text{ A.}$$

C.- CALCULO DE POTENCIA Y NUMERO DE CABLES POR FASE :

Para el cálculo de la potencia se va a considerar las siguientes bases de cálculo :

- Tensión nominal : 10 Kv
- Frecuencia : 60 Hz
- Factor de Potencia : 0.9 Inductiva
- Tipo de cable : N2YSY 1 x 300 mm2
- Capacidad de cable : 600 A.

C.1.- POTENCIA DISPONIBLE :

$$P_{\text{aut}} = 20 \text{ Mva (AUT-100/100/20 Mva, 220/138/10 Kv)}$$

$$P_{\text{ad}} = 20 \times 0.9 = 18 \text{ Mw (Potencia Activa Disponible)}$$

C.2.- NUMERO DE CABLE POR FASE :

$$P_a = \sqrt{3} \times V_n \times I_n \times \cos \emptyset \text{ (Potencia activa/fase)}$$

No.CABLES POR FASE	POTENC.ACTIVA A TRANSPORTAR	OBSERVACIONES
01	9.342 Mw	Sub dimensionado
02	18.684 Mw	Sub dimensionado
03	28.026 Mw	Aceptable

D.- CALCULO DEL NIVEL DE AISLAMIENTO :

D.1.- Tensión de cálculo :

$$U = F_h \times F_t \times V_s$$

Donde :

F_h = factor de corrección por altura (para H menor de 1000 m, F_h = 1)

$$F_h = 1 + 2.25 (H-1000)^{-4} \times 10.$$

F_t = factor de corrección por temperatura (t=40 °C).

$$F_t = \frac{273 + t}{273}$$

$$F_t = 1.15$$

V_s = Tensión de servicio = 11 Kv (10% V_n)

$$U = 1.0 \times 1.15 \times 11 = 12.6 \text{ Kv}$$

D.2.- Tensión crítica disruptiva bajo lluvia "U_c"

$$U_c = 2.1 (U+5) = 2.1 \times (12.6 + 5) = 36.96 \text{ Kv}$$

D.3.- Tensión crítica disruptiva bajo seco "U_{sc}"

$$U_{cs} = \frac{U_c}{0.75} = \frac{36.96}{0.75} = 49.28 \text{ Kv}$$

D.4.- Tensión de Arco :

$$U_a = 1.1 \times U_{cs} = 1.1 \times 49.28 = 54.21 \text{ Kv}$$

D.5.- Tensión de perforación :

$$U_p = \frac{U_{cs}}{0.75} = \frac{49.28}{0.75} = 65.7 \text{ Kv}$$

D.6.- Nivel básico de aislamiento :

Según el CNE, el BIL para 10,000 Voltios se dé 95Kv, éste valor debe ser corregido por altura y temperatura.

D.7.- Longitud de fuga :

$$L_f = \frac{U \times F_1}{n}$$

Donde :

U = Tensión de cálculo

U = 13.75 Kv.

F1 = Factor de longitud

F1 = 2.0 (zonas Industriales, nieblas).

n = No. de aisladores (n=1).

$$L_f = \frac{12.6 \times 2}{1}$$

$$L_f = 25.2 \text{ cm.}$$

2.2.- MEMORIA DESCRIPTIVA INSTALACION AEREA SALIDA EN 10KV DEL AUTOTRAFO 100 Mva S.E. TRUJILLO NORTE

La instalación consiste en la implementación de una pequeña línea aérea de 180m, saliendo del devanado tercia-

rio en 10Kv del AUTOTRAFO 100Mva, mediante estructuras metálicas denominadas reticulados con 02 conductores de aleación de Aluminio de 498.2 mm² por fase y llegar hasta la caja de transformación del trafo 25Mva; aprovechándose de ésta manera llegar a la celda de llegada a barras 10Kv existente, usando los mismos cables de energía del TR-25 Mva.

2.2.1. TIPO DE INSTALACION

La salida del AUTOTRAFO 100Mva y la llegada a la caja de transformación, será mediante pórticos de estructuras metálica, ver figuras No. 2.13, 2.14, 2.15, 2.16.

Las estructuras del 01 al 04, tendrá una disposición vertical, cuyos detalles se muestra en las figuras No.2.22, 2.26 y 2.27.

Los terminales para la salida del terciario en 10Kv del AUTOTRAFO y llegada a la caja de distribución será mediante terminales bimetálicos cobre-Aleación de Aluminio con tornillos de acero inoxidable galvanizados o cadmiados con tuercas y arandelas. Ver figuras 2.15, 2.16, 2.17 y 2.18.

2.2.2. CALCULOS ELECTRICOS :

A.- BASES DEL CALCULO :

Los cálculos se han realizado teniendo en cuenta las siguientes consideraciones

- Tensión Nominal : 10 Kv.
- Frecuencia Nominal : 60 Hz.
- Factor de Potencia : 0.9 inductiva
- Conductor (02 por fase) : 498.2 mm² ACAR
- Capacidad de corriente de conductor. : 850 A.
- Potencia a transmitir : 20 Mw.

B.- CALCULO DE LA POTENCIA (Mw) :

$$P = 1.73 V_n \times I_n \times F_p$$

$$P = 1.73 \times 10 \times 850 \times 0.9$$

$$P = 13.235 \text{ Mw.}$$

La potencia total que transmitirá la línea con 02 conductores por fase será :

$$P_t = 2 \times P = 26.47 \text{ Mw}$$

C.- CALCULO DE LA CAIDA DE TENSION Y PERDIDAS EN LA LINEA :

No se han efectuado por tratarse de una línea pequeña (180 m), cuya caída de tensión y pérdidas son desprecia-

bles.

D.- DISTANCIAS MINIMAS DE SEGURIDAD :

D.1.- Distancia mínima entre fases

Según el C.N.E., tomo IV, para conductores de sección igual o mayores de 35 mm², tenemos :

$$D = 0.0076 V + 0.37 \sqrt{f_{max}}$$

Donde :

D = Distancia mínima entre conductores en metros.

V = Tensión de la red (10Kv).

f_{max} = Flecha máxima en metros.

Para nuestro caso, según la disposición asumida, la distancia mínima entre conductores será mayor o igual de 0.60 m, luego :

$$f_{max} = \left(\frac{D - 0.0075 \times V^2}{0.37} \right) = 1.3 \text{ m.}$$

Según la CEI, las distancias mínimas entre fases y tierra en instalaciones de distribución exterior son :

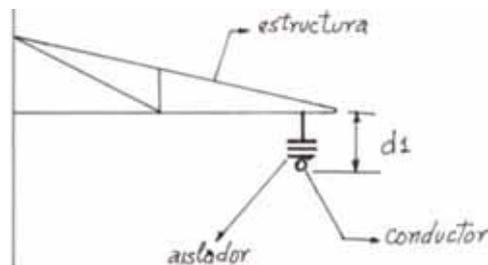
TENSION NOMINAL (KV)	DISTANCIA ENTRE FASES	DISTANCIA ENTRE FASES Y TIERRA
6	15 cm	15 cm
10	25 cm	20 cm
45	75 cm	50 cm

D.2.- Distancia Mínima del Conductor al Suelo

Según el C.N.E. :

- Altura mínima al suelo : 5.5 m (zonas rurales de 4 - 4.5 m).

D.3.- Distancia Mínima del Conductor a Tierra (Brazo Metálico) :



$$d_1 = 0.10 + \frac{V_n}{150} = 0.10 + \frac{10}{150} = 0.16 \text{ m.}$$

Para nuestro caso, se tomará una distancia mayor de 20 cm; lo cual concuerda con los cálculos y las normas CEI.

D.4.- Distancia Mínima Entre otros Circuitos :

En el cruce de la línea de 10Kv con los conductores de alta tensión, se ha considerado una distancia mayor de 06.0 m. (cruce con la L.T. Z-133 de 138Kv y con la llegada al AUTOTRANFORMADOR 100 Mva lado 220Kv).

E.- NIVEL DE AISLAMIENTO

E.1.- Factores de Corrección de la Tensión Nominal

a) Factor de corrección por altura :

$$F_h = 1 + 1.25 (H - 1,000) \times 10^{-4}$$

H = altura snm (m)

Este factor es válido para altura superiores a 1,000 m. sobre el nivel del mar, en nuestro caso por no superar :

$$F_h = 1.0$$

b) Factor de corrección por temperatura :

$$F_t = \frac{273 + t}{273}$$

Donde :

t = temperatura de servicio (50°C).

$$F_t = 1.1.$$

E.2.- Tensiones de Diseño de Aisladores

a) Tensión de Cálculo :

Es la tensión, con la cual se efectúan los cálculos del nivel del aislamiento.

$$V = F_h \times F_t \times V_s$$

Donde :

$$F_h = 1$$

$$F_t = 1.1.$$

Vs = Tensión de servicio 10% más de la Vn (11 Kv).

$$V = 12.1 \text{ Kv.}$$

b) Tensión Crítica Disruptiva Bajo Lluvia :

$$V_c = 2.1 (V + 5) = 2.1 (12.1 + 5)$$

$$V_c = 35.91 \text{ Kv.}$$

c) Tensión Crítica Disruptiva en Seco :

$$\begin{array}{r} V_c \\ V_{sc} \end{array} \begin{array}{r} 35.91 \\ 0.75 \end{array}$$

$$V_{sc} = 47.88 \text{ Kv.}$$

d) Tensión de Arco :

$$V_a = 1.1 V_{sc} = 1.1 \times 47.88 = 52.66 \text{ Kv}$$

e) Tensión de Perforación :

$$U_p = \frac{V_{sc}}{0.75} = \frac{47.88}{0.75}$$

$$U_p = 63.84 \text{ Kv.}$$

E.3.- Nivel Básico de Aislamiento (BIL)

Según el CNE, el BIL para una tensión de 10Kv es de 95Kv; este valor debe ser corregido por altura y temperatura :

$$BIL = F_h \times F_t \times 95 = 1 \times 1.1 \times 95 = 104.5 \text{ Kv}$$

E.4.- Longitud de La Línea de Fuga

$$L_f = \frac{V \cdot F_l}{n}$$

Donde :

V Tensión de cálculo 12.1 Kv

F_l = Factor longitud de fuga.

n Número de aisladores (02)

Para zonas al borde de localidades industriales, nieblas frecuentes ó intensas, F_l 2 a 2.5, para nuestro caso asumiremos :

FL = 2, luego :

$$L_f = \frac{12.1 \times 2}{2} = 12.1 \text{ cm.}$$

Con los cálculos anteriores, se seleccionan los aisladores mediante las tablas de los fabricantes.

2.3.- ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL SUMINISTRO DE MATERIALES Y EQUIPOS

2.3.1. ESPECIFICACIONES TECNICAS SUMINISTRO DE MATERIALES INSTALACION AEREA SALIDA EN 10Kv DEL AUT-100 Mva

A.- Estructuras Metálicas :

Las estructuras metálicas, denominadas reticulados serán estructuras autosoportantes del tipo a celosía en perfiles angulares de acero galvanizado, ensamblados por pernos y tuercas.

Su forma estará en general de acuerdo a los planos correspondientes (ver figuras No.2.14, 2.19 al 2.25).

El suministro de las torres abarca también las fundaciones de enrejado metálico en todos los casos en que este tipo de fundación sea requerido (ver figura No.2.28).

Los reticulados serán identificados por la siguiente codificación :

- Reticulado tipo suspensión (0° - 5°) : S
- Reticulado tipo Anclaje (30° - 60°) : A

B.- Aisladores :

Desde el punto de vista técnico, las condiciones de suministro para las cadenas de aisladores de la línea en

10 Kv será :

Composición de las Cadenas :

- Tipo Aislador : Antiniebla, F-120 P
- Material : Vidrio Templado
- Diámetro : 280 mm.
- Línea de fuga : 445 mm.
- Número de aisladores en cadena
suspensión y anclaje : 02.
- Carga Electromecánica de
ruptura : 120 KN.
- Tensión de resistencia
eléctrica :

- En seco, a frecuencia Industrial 85 Kv.
- Bajo lluvia, a frecuencia industrial 50 Kv.
- A impulsión onda 1.2/50 us, positiva y negativa
125 Kv.

C.- Conductores

El conductor a usarse para la salida aérea en 10Kv del AUTOTRAFO 100Mva, tendrá las siguientes características

- Tipo : ACAR (Alum.+Aleac.de Aluminio)
- Sección Nominal..... : 498.2 mm².
- Número de hilos..... : 30/7
Diámetro : 28.98 mm.
- Peso : 1.374 Kg/m.
- Carga de ruptura..... : 9,750 Kg.
E.D.S. : 1,326.64 Kg.
Capacidad de corriente. : 850 A.

D.- Grampa de Suspensión :

Para la estructura tipo suspensión, de las siguientes características :

- Tipo : HAS-204-S
- Material : Aluminio.
- Tiro de ruptura : 25,000 lbs.
- Rango de encastre..... : 35.56 - 51.82 mm
- Marca : Anderson Electrical Connectors
- Dimensiones : Ver esquema accesorios
(Figura 2.26)

Las grampas de suspensión no permitirán ningún deslizamiento ni deformación o daño al conductor con tensiones inferiores al 50% de la máxima tensión en el relativo conductor.

E.- Grampa de Anclaje :

Para las estructuras en ángulo; así mismo para los pórticos de salida del AUTOTRAFD 100Mva y llegada a la caja de transformación del TR-25 Mva. Las características de las grampas de anclaje son :

- Tipo : Terminal a compresión.
- Diámetro : 28.98 mm.
- Sección : 498.2 mm².
- Material : Aluminio con una pureza no menor que 99.5 %
- Tiro de ruptura : 25,000 lbs.

- Marca : MADE-ESPAÑA
- Material : Acero F-1140 galvanizado en caliente.
- Dimensiones : Ver esquema de accesorios. (Ver figuras 2.26 y 2.27)

I.- Varillas de Armado :

Se usarán para proteger y fortalecer el conductor de fase en correspondencia de las grapas de suspensión (para reticulado de suspensión).

Las varillas de armado forman parte de los dispositivos de suspensión y serán del tipo preformado de 09 mm de diámetro, de aleación de aluminio; para conductor de 498.2 mm².

2.3.2. ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL SUMINISTRO DE EQUIPOS PROTECCION AUTOTRAFO 100 MVA S.E. TRUJILLO NORTE

A.- Protección Diferencial

Se instalará un nuevo relé diferencial trifásica tipo RADSE-ASEA en reemplazo del relé diferencial tipo RADSB de dos devanados. Las características técnicas del relé RADSE son :

- Tipo : RADSE, tres circuitos de entrada - frenado.
- Marca : ASEA.
- Corr.Nominal : 1A, 60 Hz.

instalará el siguiente equipamiento :

B.1. Relé de Tensión Homolar :

- Tipo : CV-8
- Tensión Nominal : 0-199 Voltios, 60 Hz
- Indicador : 0.2 - 2 A
- Marca : Westinghouse.

B.2. Trafo de Tensión 10 Kv :

- Relación : 10/0.22 Kv
- Potencia : 30 VA
- Clase : 1
- Marca : Westinghouse
- Montaje : Interior
- Conexionado : Estrella delta abierto

B.3. 03 Voltímetros Monofásicos :

- Tipo : Hierro móvil
- Clase : 1
- Relación : 10/0.22 Kv
- Escala : 0 - 220 v.

2.4.- FILOSOFIA DE FUNCIONAMIENTO U OPERACION

**2.4.1. SISTEMA DE PROTECCION ACTUAL DEL AUTOTRAFO 100 MVA
S.E.TRUJILLO NORTE :**

El sistema de protección actual del Autotrafo 100 Mva,

está conformado por el siguiente equipamiento :

- **Protección Diferencial** : Mediante relé (87) estático tipo RADSB, marca ASEA, de 02 devanados (220/138 Kv).

- **Protección de Sobrecorriente** : Conformados por relés de tiempo inverso, en los devanados 220 Kv y 138Kv, formados por 02 unidades de fase y 01 de tierra, tipo ITG-7251, marca CEE.

Además sus protecciones propias incorporadas en el Autotrafo 100 MVA, como son :

- Relé Buchholz, alarma y disparo.
- Relé Buchholz conmutador, disparo.
- Relé Imágen térmica, alarma y disparo.
- Temperatura Autotrafo, alarma y disparo.
- Nivel de aceite, alarma.

Todos estas protecciones actúan sobre los interruptores No.3,5 en el lado 138Kv y en el interruptor No.2168 en el lado 220Kv del Autotrafo 220Kv (Ver esquema Unifilar 2.9).

2.4.2. SISTEMA DE PROTECCION CON LA IMPLEMENTACION SALIDA EN 10KV DEL AUTOTRAFO 100 MVA S.E.TRUJILLO NORTE

Con la implementación de la salida en 10Kv del Auto-

trafo 100Mva, el sistema de protección actual será modificado en lo siguiente :

- Protección Diferencial :

Se instalará un nuevo relé (87) estático, tipo RADSE, marca ASEA, para 03 devanados 220/138/10Kv; implementándose de ésta manera la protección diferencial en el lado 10Kv del AUT-100 Mva. Así mismo se instalará 03 transformadores monofásicos, auxiliares de compensación en el lado 10Kv de la protección diferencial.

- Protección de Sobrecorriente lado 220/138 Kv :

No se realizará ninguna modificación.

- Protección de Sobrecorriente lado 10 Kv :

Se usará la misma protección de sobrecorriente lado 10Kv del Trafo 25 MVA, mediante 03 relés de tiempo inverso, tipo ICM 21p, marca BBC.

- Protección para fallas a tierra :

Debido a que el devanado en 10Kv del Autotrafo 100Mva es en triángulo; se implementará 01 relé de tensión homopolar para fallas a tierra en las radiales de 10Kv, ver esquemas unifilares 2.35, 2.36.

- Protecciones propias del AUT-100 Mva :

Permanecerán sin ninguna modificación.

Todas estas protecciones actuarán sobre los interruptores No.3, 5 en el lado 138Kv, interruptor No.2168 lado 220Kv y el interruptor B-10 en el lado 10Kv del AUTOTRAF0 100 MVA, 220/138/10Kv. Ver esquemas Unifilares 2.29, 2.30, 2.31, 2.32, 2.33, 2.34.

RESUMEN DE LAS ESPECIFICACIONES TECNICAS Y CANTIDADES REQUERIDAS

ITM	DESCRIPCION	C.ANT.	UNID.	OBSERVACIONES
1	Cable de aluminio T.4AAC de 850 mm ² .	10	m	Existente en SECHIM 1.
2	Terminal de compresion de Aluminio, - para cable de 850 mm ² , tipo TM-6112.	06	Pza	Existente en SECHIM 1.
3	Terminal de compresion de Aluminio, - para cable de 850 mm ² , tipo TM-6107.	06	Pza	Existente en SECHIM 1.
4	Botella terminal de porcelana para instalacion exterior en 10 Kv, para cable seco seco 1 x 300 mm ² tipo N2YSY.	09	Pza	
5	Botella terminal flexible de instalacion, para cable N2YSY de 1 x 300 mm ² .	09	Pza	Terminaciones 3M.
6	Cable seco de energia de 1 x 300 mm ² , tipo uni polar N2YSY, para 10,000 V.	3000	m	Fabricacion especial.
7	Pletina de cobre electrolitico temple duro de 100 x 10 mm.	06	m	

CUADRO No. 2.5

SELECCION DEL CABLE SEGUN LAS CARACTERISTICAS DE LA RED

SISTEMAS TRIFASICOS

TENSION DE LA RED Kv		NEUTRO DE LA RED	DURACION MAXIMAD UNA FASE A TIERRA (hrs)	TENSION NOMINAL DE CABLE A AISLAR	
NOMINA Kv	MAXIM Kv			Con campo radial Eo	Campo no radial Eo/E
6	7.2	Atierra	Hasta 01	3.6 Kv	3.6 Kv
		Aislado	Hasta 08	3.6 Kv	3.6/6 Kv
			Mas de 08	6 Kv	6.6 Kv
10	12	Atierra		6 Kv	6/6 Kv
		Aislado	Hasta 01	6 Kv	6/10 Kv
			Hasta 08	6 Kv	8.7/10 Kv
			Mas de 08	0.7 Kv	8.7/10 Kv

CU ADRO No. 2.6

**FACTORES DE CORRECCION PARA TEMPERATURAS
DEL SUELO AMBIENTE DIFERENTE**

A 20 C

TEMPERATURA EN C 5 10 15 20 25 30 35 40

Factor por corriente

- Para cables hasta 60Kv 1.15 1.10 1.05 1.00 0.94 0.88 0.84 0.80

- Para cables de 10 a 20Kv 1.20 1.13 1.07 1.00 0.93 0.85 0.76 0.72

CUADRO No 2.7

*FACTORES DE CORRECCION PARA TEMPERATURAS DEL
CONDUCTOR DIFERENTES A 65 C (1 Kv).*

<i>60 C</i>	<i>65 C</i>	<i>70 C</i>	<i>75 C</i>	<i>80 C</i>	<i>85 C</i>
<i>0.90</i>	<i>1.00</i>	<i>1.08</i>	<i>1.16</i>	<i>1.23</i>	<i>1.29</i>

CUADRO No. 2.8

**FACTORES DE CORRECCION POR AGRUPAMIENTO DE CABLES MULTIPOLARES ENTERRADOS
DIRECTAMENTE CON VARIOS CABLES EN UNA MISMA ZANJA**

No. DE CABLES EN LA ZANJA	2	3	4	5	6	8	10
<i>Factor de corriente para el amperaje dado en las tablas</i>	0.90	0.80	0.75	0.70	0.65	0.62	0.60

CUADRO No 2.9

FACTORES DE CORRECCION POR DIFERENTE RESISTIVIDAD TERMICA DEL TERRENO

<i>RESIST.TERMICA EN C x cm/w</i>	50	70	100	120	150	180	200	250	300
<i>Factor de corriente :</i>									
<i>- Para cables mayor de 1 Kv.</i>	1.09	1.00	0.90	0.85	0.80	0.77	0.70	0.65	0.61
<i>- Para cables hasta 1 Kv.</i>	1.10	1.00	0.91	0.86	0.82	0.79	0.71	0.67	0.63

CUADRO No.2.10

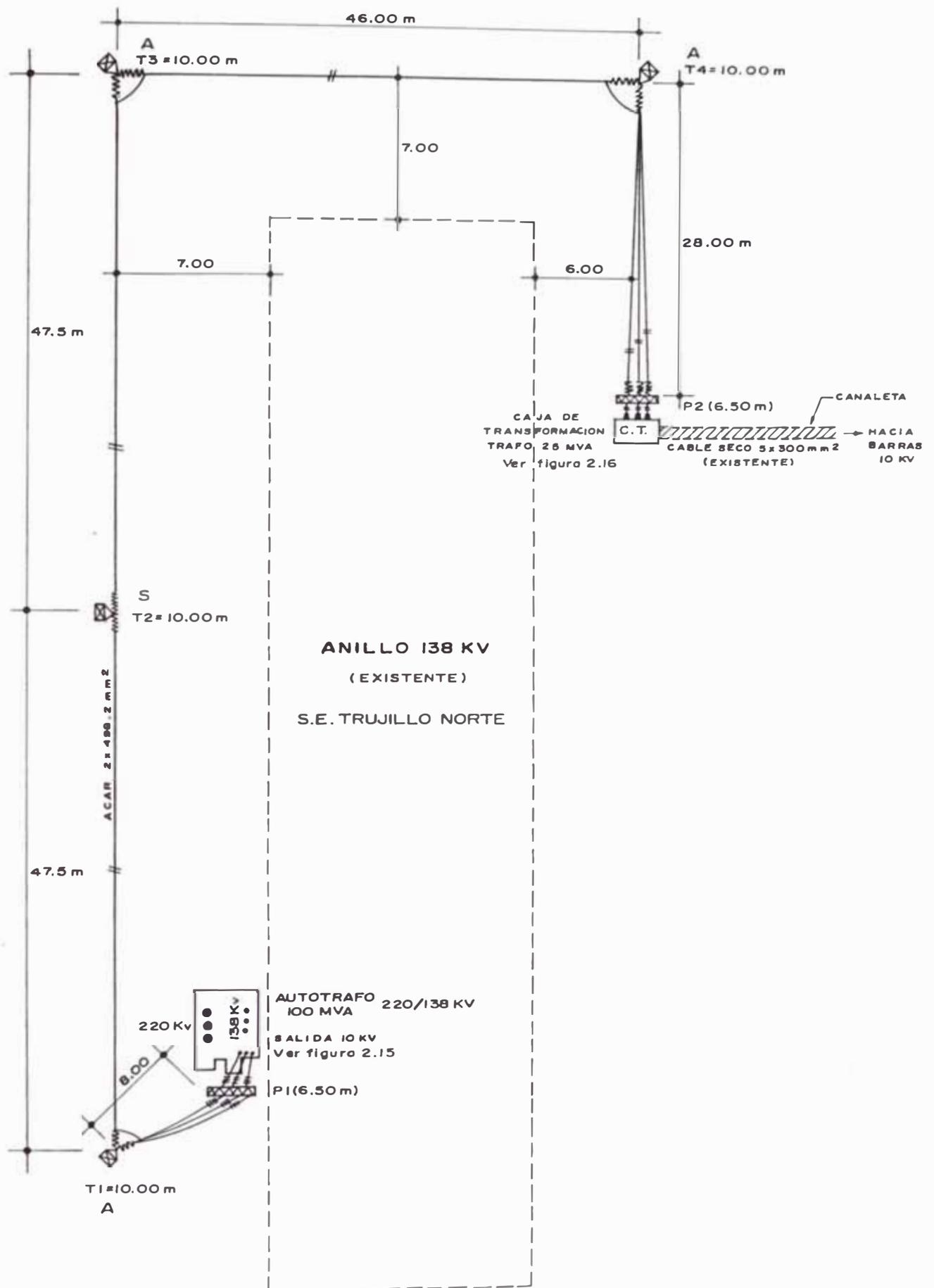
*TABLA DE ESTIMACION DE LA RESISTIVIDAD TERMICA DEL
TERRENO EN C x cm¹w*

<i>TIPO DEL TERRENO</i>	<i>HUMEDAD DEL TERRENO</i>	<i>HUMED SEMI-HUM SECO</i>
<i>Terreno facil compactar (arcilloso y con tierra de cultivo)</i>	50	70 120
<i>Terreno semi-compacto (con arena y arcilla)</i>	70	100 150

CUADRO No.2.11

AREA (mm ²)	I _{ch} (KA)	I _p (KA)	t (Seg)	A _t (Seg)	T _{max} cable "C"	T (Seg)	OBSERVACIONES
157.22	40	20	0.8	0.8	150 C	0.2	
166.8	40	20	1.0	0.8	150 C	0.2	
188.572	40	20	* 1.5	0.8	150 C	0.2	* Mejor ajuste (t=1.5 s) para los reles de protección.

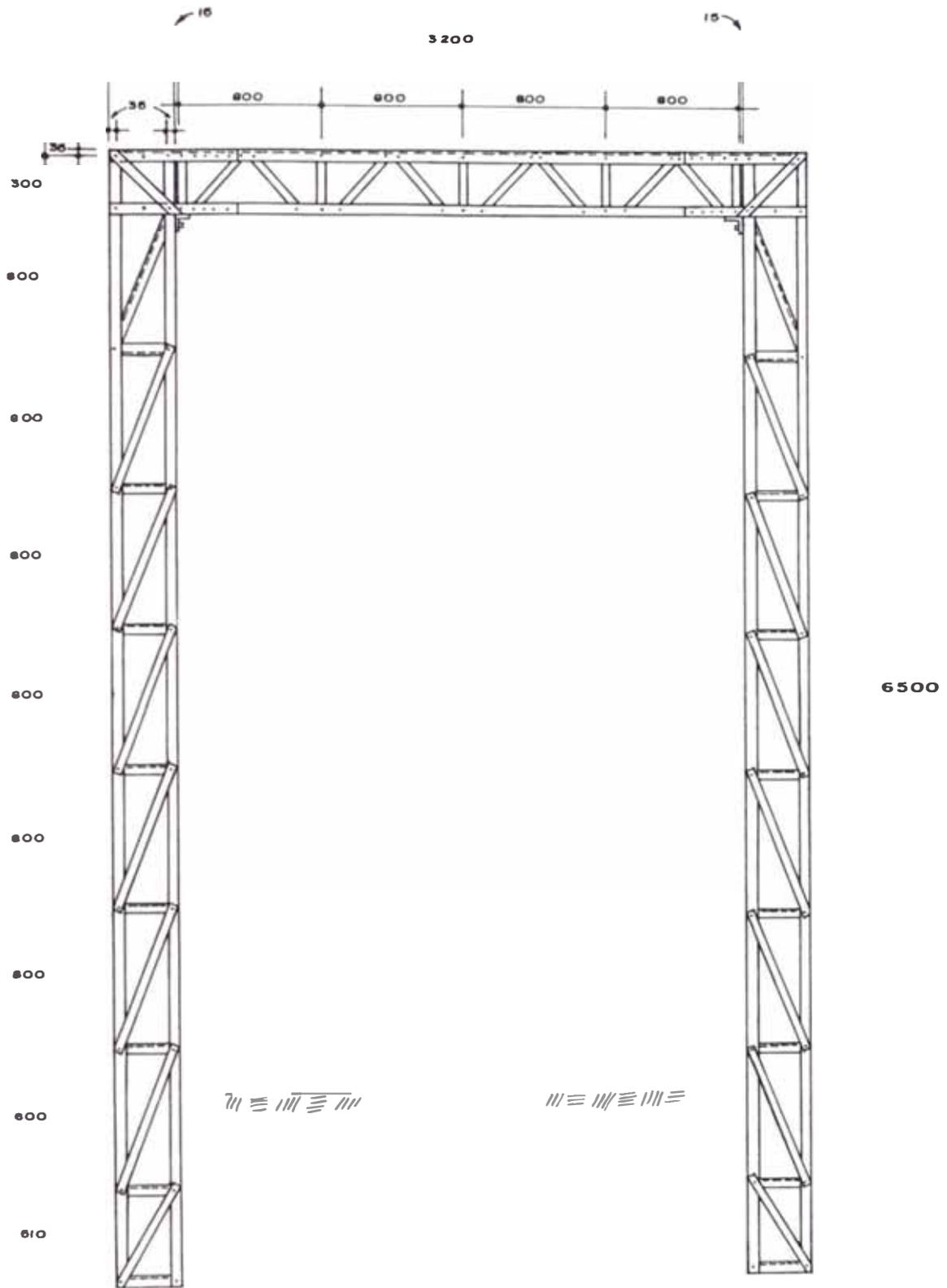
CUADRO No. 2.12



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

Titulo: SUB ESTACION TRUJILLO NORTE
TRAZADO DE LINEA AEREA DE 10 KV.
SALIDA AUT-100 MVA Y LLEGADA A
CAJA DE TRANSF. DEL TRABAFO 25 MVA

Dibujo: V. C. E. **Diseñado:** **Aprobado:** **Figura N°**
Fecha: **CESAR MORENO C.** **Escala:** 1/500 **2.13**

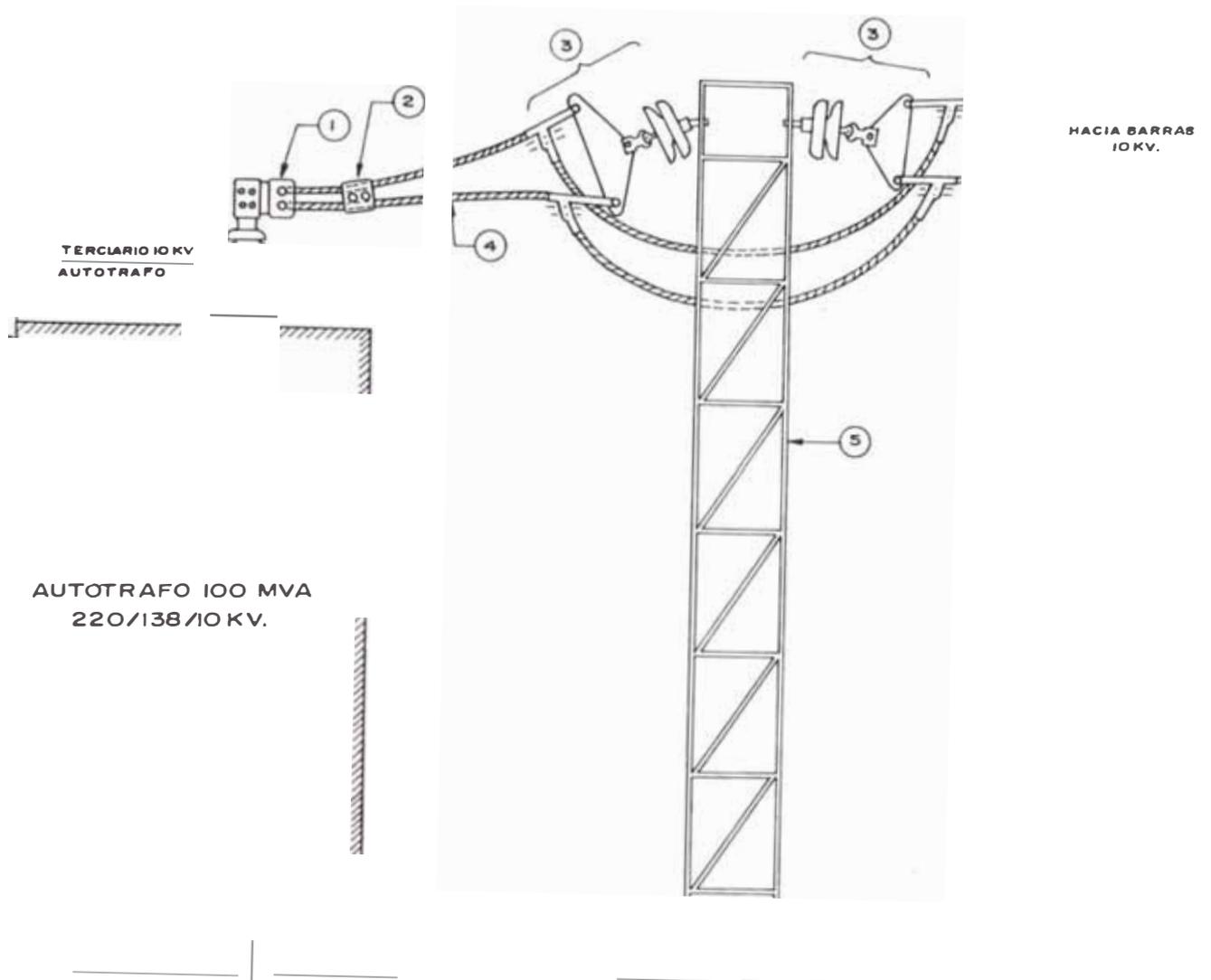


NOTA: MEDIDAS EN MILIMETROS

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

Titulo: **SUB ESTACION TRUJILLO NORTE**
PORTICO PARA SALIDA Y LLEGADA
DE LINEA 10 KV.-AUTOTRAFO 100 MVA

Dibujo: V. C. E. Diseñado: Aprobado: Figura N°
 Fecha: CESAR MORENO C. Escala: 1/25 2.14



LEYENDA

- ① TERMINAL BIMETALICO COBRE-ALUMINIO
- ② GRAMPA BIFILAR DE ALUMINIO PARA CONDUCTOR DE ALUMINIO DE 498.2 mm²
- ③ CADENA DE ANCLAJE
- ④ CONDUCTOR DE ALEACION DE ALUMINIO 498.2 mm²
- ⑤ ESTRUCTURA METALICA PORTICO (PI)

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

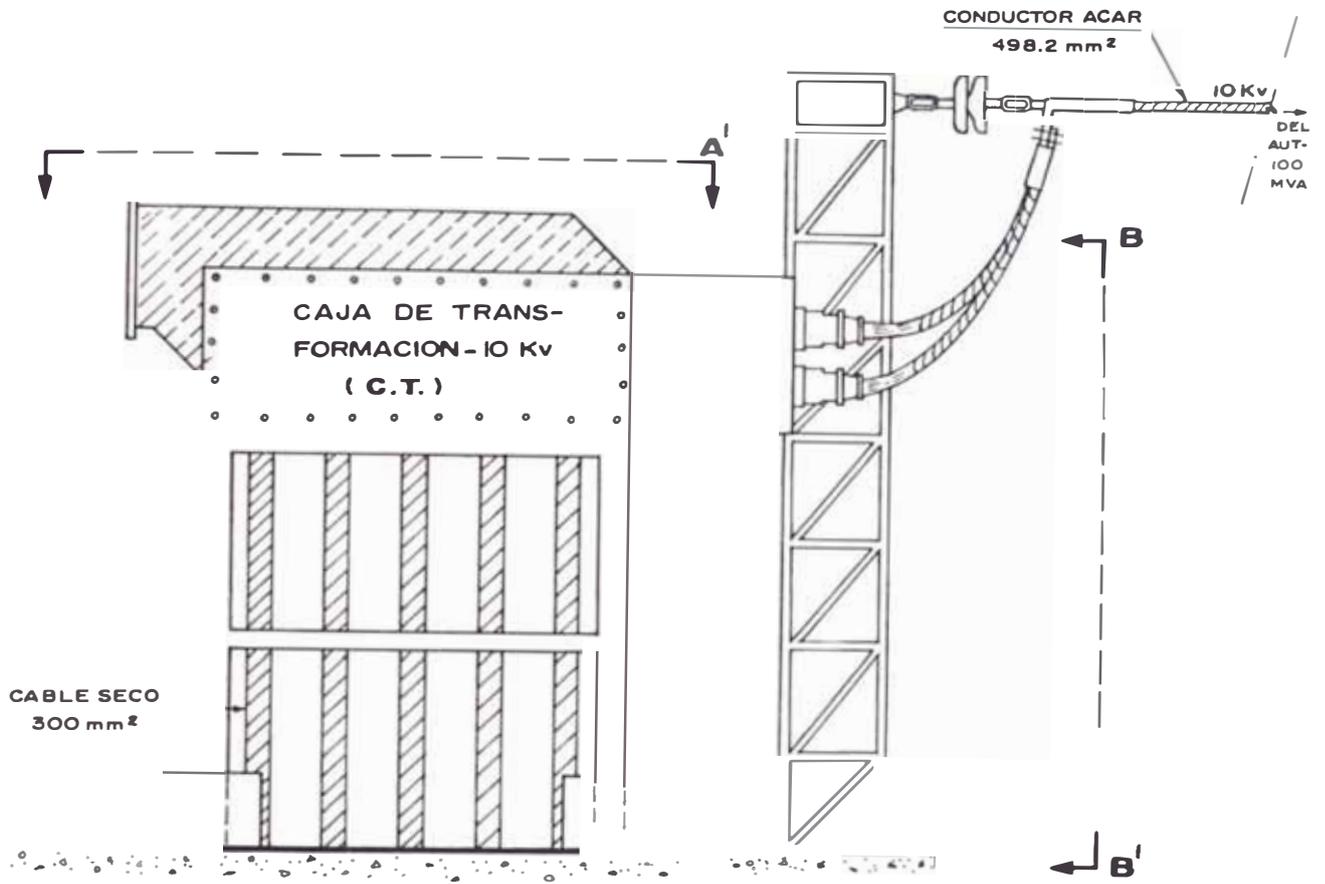
Título: SUB ESTACION TRUJILLO NORTE
DETALLE SALIDA EN 10 KV.
DEL AUTOTRAFO 100 MVA
S. E. TRUJILLO NORTE

Dibujo: V. C. E.
Fecha:

Diseñado:
CESAR MORENO C.

Aprobado:
Escala:

Figura N°
2.15



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

Titulo: SUB ESTACION TRUJILLO NORTE

DETALLE LLEGADA CAJA TRANSFORMACION
TRAFO 25 MVA (EXISTENTE)

Dibujo: V. C. E.

Diseñado:

Aprobado:

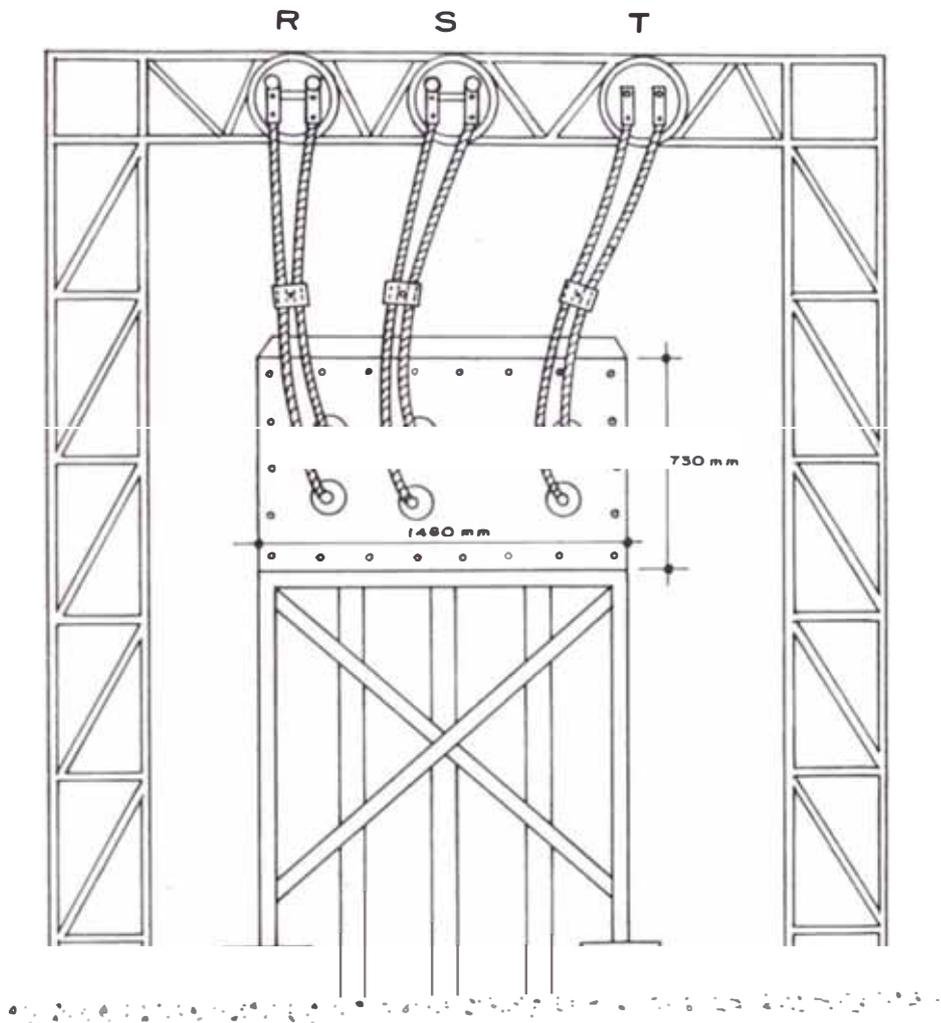
Figura No

CESAR MORENO C.

Escala:

2.16

Fecha:



Detalle B-B'

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

Titulo: SUB ESTACION TRUJILLO NORTE

DETALLE CAJA TRANSFORMACION 10 KV

Dibujo: V. C. E.

Diseñado:
CESAR MORENO C.

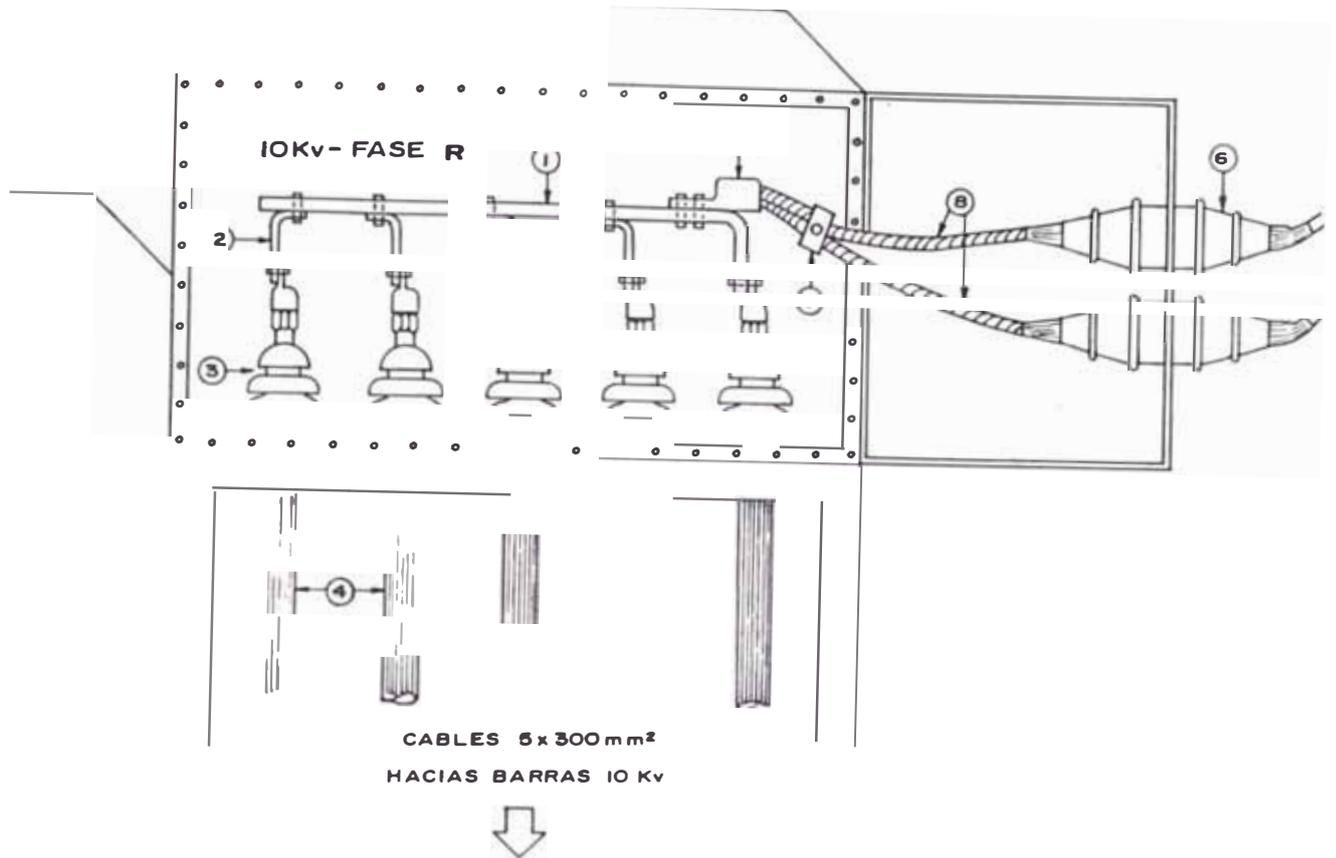
Aprobado:

Figura N°

Fecha:

Escala:

2.17



Detalle A - A'

LEYENDA

- ① BARRA DE COBRE DE 10x100x1,040 mm.
- ② BARRA DE COBRE DE 8x60x160 mm
- ③ TERMINAL UNIPOLAR PARA CABLE SECO 1x300mm²
- ④ CABLE DE ENERGIA DE 10-15 Kv/0.8 Kv TIPO SECO DE 300 mm²
- ⑤ TERMINAL BIMETALICO COBRE-ALUMINIO
- ⑥ AISLADOR PASAMURO DE PORCELANA TIPO EXTERIOR 20 Kv - 2500 A
- ⑦ GRAMPA BIFILAR PARA CONDUCTOR ACAR DE 498.2 mm²
- ⑧ CONDUCTOR ALEACION DE ALUMINIO 498.2 mm²

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

Titulo: SUB ESTACION TRUJILLO NORTE

CAJA TRANSFORMACION 10 Kv

Dibujo: V. C. E.

Diseñado:

Aprobado:

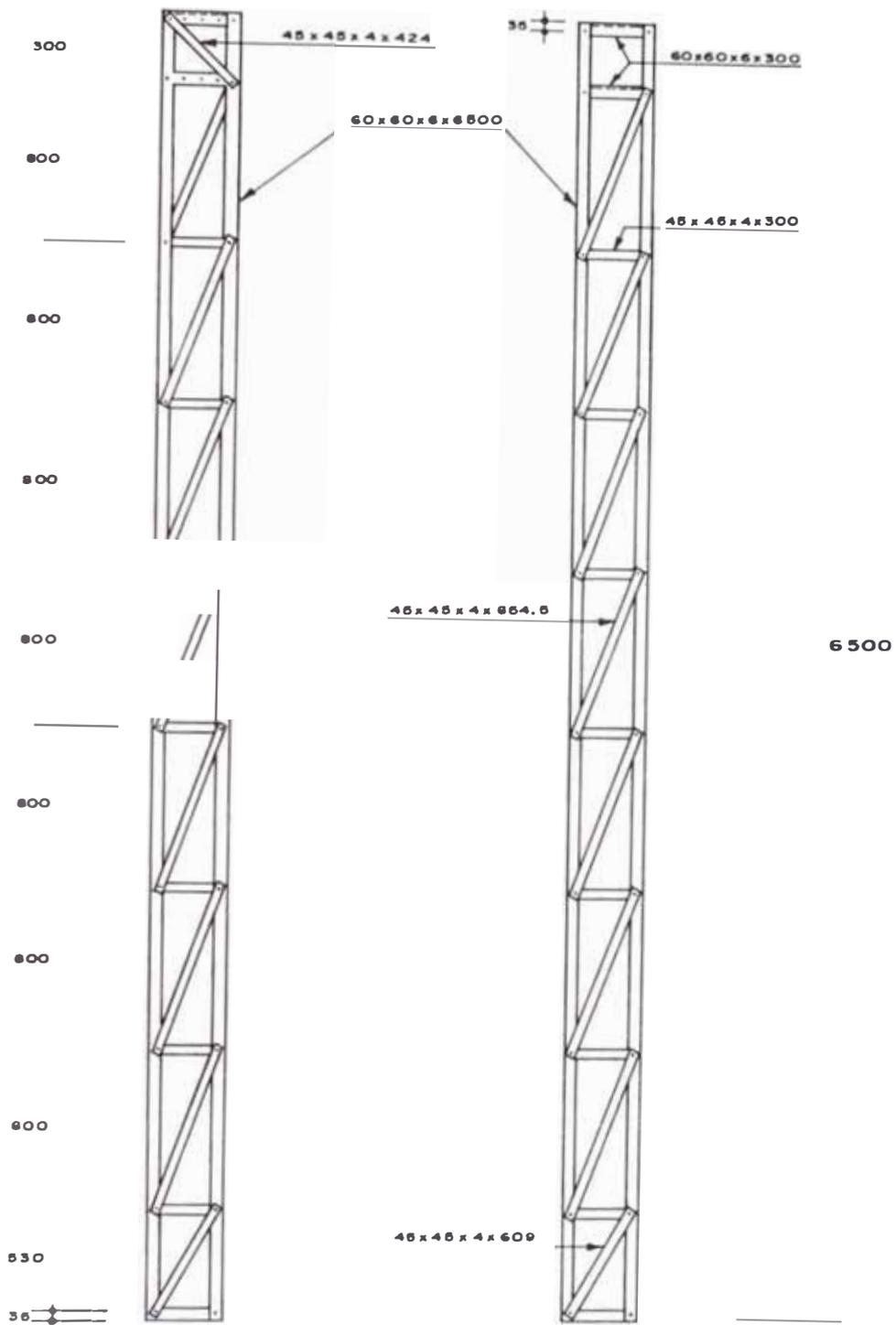
Figura N^o

Fecha:

CESAR MORENO C.

Escala:

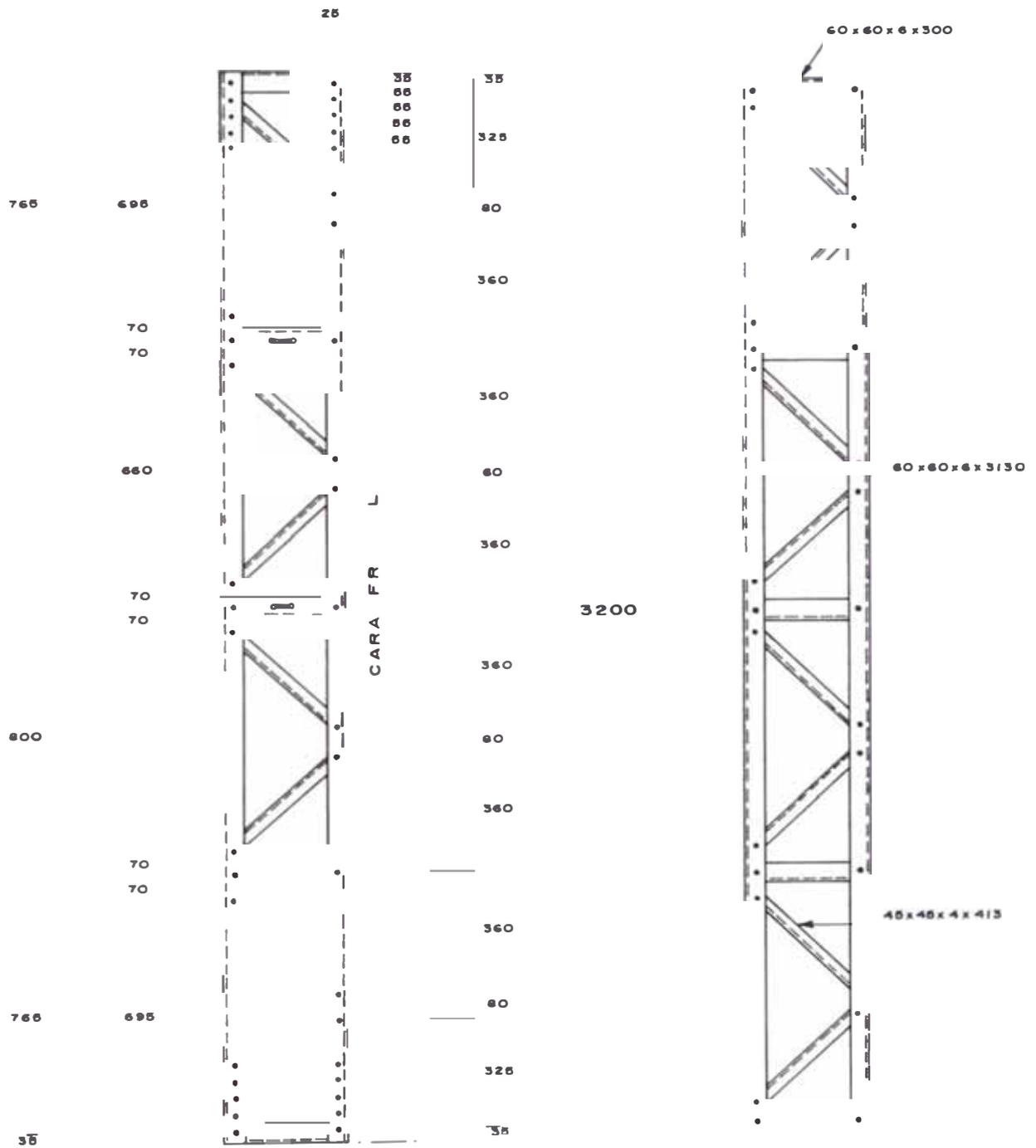
2.18



NOTA: MEDIDAS EN MILIMETROS

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA
 Titulo: **SUB ESTACION TRUJILLO NORTE**
CARA FRONTAL Y LATERAL DE PARANTES
DE PORTICOS

Dibujo: V. C. E. Diseñado: Aprobado: Figura N°
 Fecha: CESAR MORENO C. Esca a: 1/25 2.19



NOTA. MEDIDAS EN MILIMETROS

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

Titulo: SUB ESTACION TRUJILLO NORTE

DETALLE DE DINTEL DE PORTICOS

Dibujo: V. C. E.

Diseñado:

Aprobado:

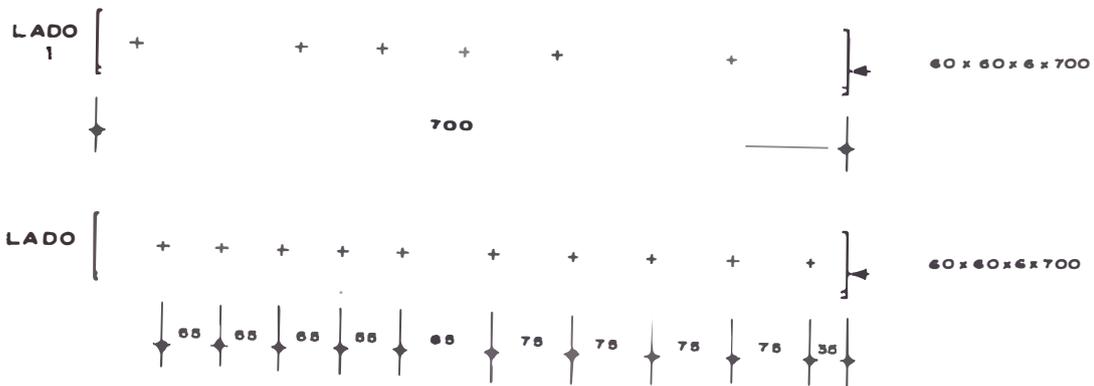
Figura N°

CESAR MORENO C.

Escala: 1/20

2.20

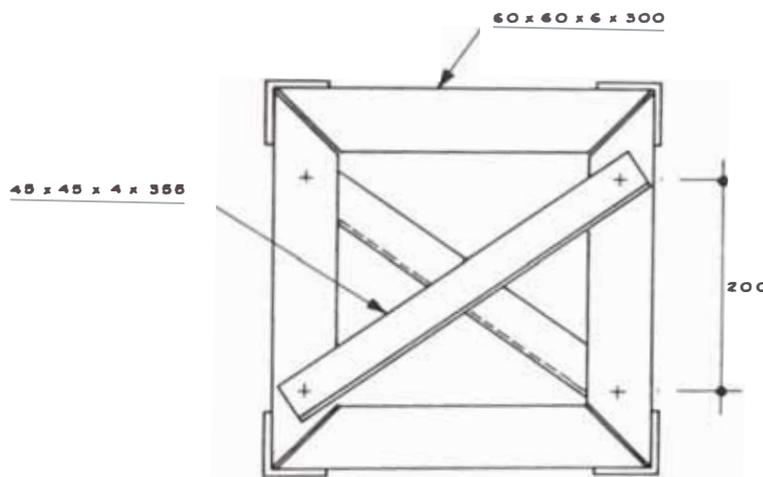
Fecha:



DETALLE DE UNIONES DINTEL - PARANTES



DETALLE DE DIAGONAL REFUERZO DINTEL



DETALLE DE CUADRANTES Y EQUIS EN DINTEL

NOTA: MEDIDAS EN MILIMETROS

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

Título: SUB ESTACION TRUJILLO - NORTE

DETALLES DIAGONAL UNIONES Y

CUADRANTES DEL DINTEL-PORTICO

Dibujo: V. C. E.

Diseñado:

Aprobado:

Figura N°

Fecha:

CESAR MORENO C.

Escala: 1/75

2. 21

CAPITULO III
AMPLIACION CAPACIDAD DE POTENCIA EN 138/10Kv
S.E.TRUJILLO SUR

3.1. TRASLADO TRAF0 25/33 MVA DE LA S.E.TRUJILLO NORTE HACIA LA S.E.TRUJILLO SUR.

La instalación de la salida en 10Kv del Autotrafo 100 Mva, permitirá el retiro del trafo de 25 Mva del anillo 138Kv en la S.E.Trujillo Norte. Es decir una vez instalado y puesta en servicio la salida en 10Kv del Autotrafo 100 Mva, se procederá al desmontaje y traslado del siguiente equipamiento hacia la S.E.Trujillo Sur :

TRANSFORMADOR DE 25/33 Mva, 138/10Kv.

- 03 TRAFOS DE TENSION MONOFASICOS 138KV (TR-F3)
- 03 TRAFOS DE CORRIENTE MONOFASICOS 138KV (B9 -F1)
- 03 PARARRAYOS 138KV, PROTECCION TRAF0 25MVA
- 01 SECCIONADOR TRIPOLAR 138KV (89TR)
- EQUIPOS DE PROTECCION DIFERENCIAL TRAF0 25MVA
- EQUIPOS DE PROTECCION SOBRECORRIENTE 138KV DEL TRAF0 25MVA
- EQUIPOS DE MEDICION LADO 138KV.

Así mismo, de la S.E.Chimbote 1 se trasladará 01 interruptor de potencia de 138Kv (52 TR), con su armario respectivo. Este interruptor formará parte de la celda en 138Kv
1 trafo 25Mva.

3.1.1. AMPLIACION DE POTENCIA S.E.TRUJILLO SUR EN 138/10KV

Con la instalación del trafo de 25Mva en la S.E.Trujillo Sur, la potencia instalada en esta subestación será :

S.E.TRUJILLO SUR	POTENCIAL (MVA)		POTENC.ACTIVA (Mw)	
	ONAN	ONAF	ONAN	ONAF
01 TRAF0 30MVA 138/10KV	30	NO TIENE	27	NO TIENE
01 TRAF0 25MVA 138/10KV	25	* 33	22.5	* 31.7
TOTAL	55	* 63	49.5	* 58.7

* con la implementación del sistema de refrigeración forzada por medio de ventiladores.

Como puede observarse del cuadro anterior la potencia instalada de 30Mva (27 Mw) sería incrementada en 55/63 Mva, ONAN/ONAF con la ampliación de la S.E.Trujillo Sur.

Así mismo la máxima demanda en la S.E.Trujillo Sur es de 30Mw (1991) y con la ampliación de esta subestación se estaría atendiendo dicha demanda con mucha holgura y para futuras ampliaciones de las radiales en ésta subestación.

3.2. FILOSOFIA DE FUNCIONAMIENTO CON LA AMPLIACION EN 138/10KV DE LA S.E.TRUJILLO SUR.

3.2.1. CRITERIOS BASICOS :

Los criterios básicos con arreglos a los cuales se ha desarrollado el proyecto constructivo de Ampliación de la S.E.Trujillo Sur, son las que se exponen a continuación :

A.- ESQUEMAS DE ALTA TENSION 138 Kv

La configuración actual de la S.E.Trujillo Sur es de anillo abierto en 138Kv; por el cual en una primera fase se realizará una ampliación de una celda en 138Kv para el trafo de 25 Mva, con una configuración de barra simple y así mismo se instalará 03 trafos de corriente en la celda del trafo de 30 Mva (existente); para así independizar las señales de corriente para la protección diferencial del trafo de 30Mva.

En la segunda fase, se debe instalar 01 interruptor de potencia en la celda de trafo de 30Mva y de esta manera independizar ambos trafos y convertir la barra de anilloabierto en una barra simple en 138Kv (Ver diagrama Unifilar 3.1.).

B.- SISTEMA DE PROTECCION

B.1.- Sistema de Protección L.T.B-131 SECHIM 2 S.E.Trujillo Sur

El sistema de protección de esta línea de transmisión en 138Kv, se encuentra conformada por el siguiente equipamiento :

- 01 Relé de potencia tipo PCM, 90-102, marca BBC.
- 01 Relé de mínima Impendancia tipo YZ/L22, BBC.
- 01 Relé de distancia tipo LZ32, BBC.
- 01 Relé de mínima tensión, tipo CUHC, BBC.
- 01 Relé de Reenganche, tipo CW3.

Todas éstas protecciones actúan sobre su propio campo de la L.T. B-131; es decir sobre el interruptor No.6 (ver diagrama Unifilar No. 3.2).

B.2.- Sistema de Protección L.T.B-131A SETNOR - SETSUR

El sistema de protección de esta línea de transmisión en 138Kv, se encuentra conformada por el siguiente equipamiento :

- 01 Relé de Potencia tipo PCM, 90-102, BBC.
- 01 Relé de distancia tipo LZ32, BBC.
- 01 Relé de mínima tensión, tipo CUHC, BBC.
- 01 Relé de Reenganche, tipo CW3, BBC.

Todas éstas protecciones actúan sobre su propio campo de la L.T.B-131A; es decir sobre el interruptor No.7.

B.3.- Sistema de Protección Trafo 30Mva, 138/10Kv.

El trafo existente de 30Mva, se encuentra equipado de las siguientes protecciones :

Protección diferencial, relé tipo YD22, BBC.

- Protección de sobrecorriente lado 138Kv, con relés de tiempo inverso tipo ICM 21p, BBC.
- Protección de sobrecorriente lado 10Kv con relés de tiempo inverso tipo ICM 21p, BBC.

01 Relé de tensión homopolar, tipo CDg12AF1122-B6, marca BBC, para fallas a tierra en las radiales de la barra "A" (debido al devanado en 10Kv del trafo 30Mva es en triángulo). Este relé indicará mediante una alarma las fallas a tierra en la barra "A" de 10Kv.

Como protección propias incorporadas en el transformador tenemos :

- Relé buchholz trafo, alarma y disparo.
- Relé buchholz conmutador, disparo.
- Bajo nivel de aceite, alarma.
Temperatura aceite, alarma y disparo.
- Temperatura arrollamiento, alarma y disparo.
- Válvula de seguridad.

Todas estas protecciones actúan sobre los interruptores No.6, No.7 en 138Kv y sobre el interruptor de 10Kv del trafo 30 Mva.

Es importante mencionar que al implementarse 01 interruptor de potencia en la celda en 138Kv del trafo de 30Mva; todos los disparos de sus protecciones serán transferidos al interruptor a instalarse.

B.4.- Sistema de Protección Trafo 25 Mva, 138/10Kv

El transformador de 25Mva, estará equipado de las siguientes protecciones :

- Protección diferencial relé tipo YD22 BBC.
- Protección de sobrecorriente lado 138Kv, mediante 03 relés de sobreintensidad de tiempo inverso, tipo ICM BBC.

Protección de sobrecorriente lado 10Kv, mediante 03 relés de sobreintensidad de tiempo inverso, tipo ICM, BBC.

- Protección de sobrecorriente a tierra devanado 138Kv.
- Protección de sobrecorriente a tierra devanado 10 Kv.

Además como protecciones propias del trafo de 25Mva, son :

- Relé buchholz trafo, alarma y disparo
- Relé buchholz conmutador, disparo.
- Temperatura aceite trafo, alarma y disparo.
- Temperatura arrollamiento, alarma y disparo.
- Bajo nivel aceite, alarma.

Todas éstas protecciones actuarán sobre el interruptor No.8 (52TR) en 138Kv y en el interruptor (B.T.11) lado 10Kv del trafo 25Mva, ver figura 3.2.

C.- TENSIONES DE MANDO Y CONTROL

Para todas los sistemas de mando, control, protecciones, señalizaciones y alarmas utilizaremos las siguientes tensiones :

- Alimentación motor interruptor 8-52 TR (M4) : 250 Vcc.
- Alimentación Mando Interruptor 8-52 TR (M2) : 250 Vcc.
- Alimentac. Mando y motor seccionador 8A(M1) : 250 Vcc.
- Alimentación Auxiliar Protecciones (P) : 250 Vcc.
- Alimentación circuito de señalizaciones (S). : 250 Vcc.
- Alimentación Mando interruptor 10Kv (M6) ... : 250 Vcc.
- Alimentación Calefacción y alumbrado Interruptor No.8 y seccionador (R1) : 250 Vca.

D.- ENCLAVAMIENTO ELECTRICO SECCIONADOR DE BARRA 138Kv (89TR) CON SU INTERRUPTOR ASOCIADO

El seccionador de barra 89TR, no podrá ser maniobrado (cerrar ó abrir) cuando el interruptor No.8 (52TR) se encuentre cerrado, un contacto auxiliar normalmente abierto del interruptor No.8; cuando éste está en posición cerrado, impide la maniobra del seccionador (Ver esquema eléctrico CM-TR-1.12, sección 5, Capítulo VI).

3.2.2. SECUENCIA DE OPERACION

El personal de operación deberá tener presente las siguientes recomendaciones antes de efectuar las maniobras

en los equipos de 138/10 Kv; cuya secuencia de operación será de alta tensión (138 Kv) a baja tensión (10Kv), el cual se detalla (ver diagrama Unifilar 3.3).

A. ENERGIZACION BARRAS 138 Kv

La S.E. Trujillo Sur, tiene 02 líneas de Transmisión de entrada en 138 Kv, siendo éstas las siguientes :

- L.T. B-131 : Interconecta la S.E. Chimbote 2 con la S.E. Trujillo Sur en 138 Kv.

- L.T. B-131A : Interconecta la S.E. Trujillo Norte con la S.E. Trujillo Sur en 138 Kv.

Mediante estas líneas se puede energizar las barras 138 Kv. en forma independiente y sin ningún inconveniente (mediante los interruptores 6 y 7 de la L/T B-131 y L/T B-131-A respectivamente).

Es preciso mencionar que previo a la energización de las barras 138 Kv, las barras "A" y "B" en 10 Kv deberán estar desenergizadas; es decir los interruptores No. 10 celda llegada barras "A" y No. 11 celda llegada a barras "B" deberán estar en posición abierto.

B. ENERGIZACION BARRAS "A" - 10 Kv

Debido a la imposibilidad de operación en paralelo de los transformadores 25 Mva y 30 Mva, las barras "A" y "B" en 10 Kv operarán en forma independiente, es decir el in-

interruptor de acoplamiento No. 12 permanecerá en posición abierto y bajo ningún motivo el operador de turno procederá a cerrar el interruptor de acoplamiento cuando las barras "A" y "B" estén energizadas.

Teniendo en cuenta lo anterior, la secuencia de operación de la barra "A" en 10 Kv, será :

B.1. Cerrar el Seccionador 9A en 138 Kv.

B.2. Cerrar el Interruptor 10 en 10 Kv, con lo cual queda energizado la Barra "A".

B.3 Luego proceder a energizar las radiales TS-1, TS-2, Industrial Sur, Pesqueda, Salaverry, Servicios Auxiliares, indistintamente y de acuerdo al despacho de carga respectivo

C. ENERGIZACION BARRAS "B" - 10 Kv

Esta barra será alimentada por el trafo de 25 Mva, 138/10 Kv y cuya secuencia de maniobra será :

C.1 Cerrar el Seccionador 8A, en 138 Kv.

C.2 Cerrar el Interruptor 8, en 138 Kv (Energización en vacío del trafo 25 Mva).

C.3 Cerrar el Interruptor No. 11 en 10 Kv, con lo cual queda energizado la barra "B".

C.4. Luego proceder a energizar las radiales, TS-3, TS-4, TS-5, TS-6, TS-8, TS-10.

D. OPERACION DE LA BARRA "A" y "B" EN 10 Kv DURANTE MANTENIMIENTO Y/O FALLA DE LOS TRAFOS 25 y 30 MVA

En los casos de mantenimiento, de reparación y/o cualquier contingencias en los trafos de 25 y 30 MVA, las barras "A" y "B" en 10 Kv, se acoplarán mediante el interruptor No. 12, teniendo en cuenta la siguiente secuencia :

D.1 MANTENIMIENTO Y/O FALLA TRAFO 25 MVA

D.1.1. Abrir el Interruptor No. 11 de la celda de llegada a barras 10 Kv del trazo 25 MVA, y éste permanecerá abierto hasta concluir el mantenimiento del trazo y/o superar la falla presentada.

D.1.2. Verificar si la barra "A" se encuentra energizada, si lo está, proceder a cerrar el interruptor No. 12, con lo cual quedará energizada la barra "B", luego reponer el servicio de las radiales en la barra "B".

En el caso de que la barra "A" no se encuentre energizada,

proceder a realizar las maniobras indicadas en el Item B y luego seguir la secuencia indicada en el item D.1.2.

D.1.3. Luego de concluir el mantenimiento y/o superar la falla en el trafo de 25 MVA, se procederá a abrir el interruptor No. 12 de Acoplamiento y luego proceder a energizar la barra "B", de acuerdo a lo indicado en el Item C y normalizar el servicio en las realidades de dicha barra

D.2 MANTENIMIENTO Y/O FALLA TRAF0 30 MVA :

D.2.1. Abrir el Interruptor No. 10 de la celda de llegada a barras 10 Kv del trafo 30 MVA.

D.2.2. Abrir el succionador 9A, en 138 Kv, celda trafo 30 MVA

D.2.3. Cerrar el interruptor No. 12 Acoplamiento barras "A" y "B", con lo cual queda energizado la barra "A".

D.2.4. Luego proceder a energizar las radiales en 10 Kv de la barra "A".

D.2.5. Una vez concluida el mantenimiento y/o superado la falla, proceder en abrir el interruptor No. 12 acoplamiento barras "A" y "B", así mismo abrir los

interruptores de las radiales de la barra "A".

D.2.6. Finalmente seguir los procedimientos indicados en el Item B.

3.3. CRITERIOS Y PROCEDIMIENTOS DE MONTAJE AMPLIACION EN 138/10Kv S.E.TRUJILLO SUR

El personal técnico de montaje, basado en su experiencia y complementado por los catálogos y/o especificaciones técnicas de los equipos, deberá tener en cuenta, las aclaraciones que de forma general seguidamente se indican.

3.3.1. MONTAJE TRANSFORMADOR 25Mva, 138/10Kv :

Para la instalación de esta máquina, se seguirá detalladamente las instrucciones de montaje y mantenimiento dadas por el fabricante (Brown Boveri).

El personal técnico recibirá las masas indivisibles del transformador de potencia, con gas inerte (nitrógeno), comprobará la presión de éste, la mantendrá en un valor de 0.5 kg/m², aproximadamente.

Antes de llenado de aceite dieléctrico, se realizará en el transformador un vacío hasta un valor máximo posible a 1 mm/kg

El llenado de aceite se realizará sin interrupción hasta

que la cuba queda casi completamente llena con objeto de facilitar la posterior colocación de los pasatapas (bushings).

Durante la operación de llenado debe seguirse el vacío mediante la extracción de gas en la parte superior de la cuba.

Antes de proceder a retirar las bridas que cubren los orificios para las pasatapas, deberá romperse el vacío mediante la entrada de aire a través de un depósito de silicagel y un filtro que impida el paso del silicagel al transformador.

Una vez colocados los pasatapas se llenará completamente el transformador hasta el depósito de expansión recirculando el aceite a través de la máquina de filtrado hasta conseguir la rigidez dieléctrica necesaria.

En cualquier caso, prevalecerán y deberán seguirse todas las instrucciones de montaje dadas por el fabricante, incluido el armario de control y del regulador.

Periódicamente una vez terminado el montaje, se realizarán las siguientes comprobaciones

- a) Fugas de aceite (hermeticidad)
- b) Rigidez dieléctrica del aceite.

- c) Aislamiento de devanados.
- d) Estado de silicagel.

3.3.2. MONTAJE EQUIPOS DE MANIOBRA Y MEDICION 138 Kv

Comprende el montaje de los aparatos de maniobra y de medición del patio de llaves, como son :

- Interruptor de potencia.
- Seccionador.
- Transformadores de protección y medición (Tensión y corriente).
- Pararrayos.

La nivelación de todo el aparellaje deberá hacerse sobre un mismo plano horizontal y para corregirla se emplearán calzas metálicas.

Todas las modificaciones (nuevos taladros, rasgados de los existentes, etc), que pudiesen exigir la ejecución de aparatos, el paralelismo entre fases, etc; deberán realizarse en el soporte metálico correspondiente previa autorización del personal técnico de supervisión.

Una vez terminado el montaje del interruptor y seccionador, el personal técnico realizará en los mismos, las pruebas de funcionamiento acorde a los catálogos de los fa-

bricantes, especialmente en los accionamientos. Así mismo a las cuchillas del seccionador se les aplicará una capa de vaselina u otro procedimiento similar aprobado, posteriormente se limpiará mediante trapos limpios.

3.3.3. SISTEMA DE ALTA TENSION 138kv (CONECTORES, ACOMETIDAS A BARRAS)

Los conectores que forman las acometidas a la barra 138Kv, serán manipulados y tratados con cuidado, para evitar su deformación, raspaduras ó cualquier otro daño que pueda afectar su funcionamiento.

El personal técnico tendrá que ejecutar el montaje de todas las piezas de conexión entre equipos y de los conductores, a fin de alcanzar un montaje totalmente conforme a las prescripciones de las especificaciones técnicas y planos o instrucciones de los fabricantes.

El apriete definitivo de los conectores o terminales en los equipos, se le dará cuando el conexionado entre ellos esté completamente terminados.

3.3.4. PANELES DE PROTECCION Y MEDICION, CUADROS DE SERVICIOS AUXILIARES, RECTIFICADOR, BATERIAS ACUMULADORES, ETC.

Todos los cuadros y armarios de control, protección y medida serán instalados de acuerdo con los ejes y cotas

indicados en los planos.

Los cuadros y armarios serán instalados sobre bancadas o bastidores metálicos, fabricados in-situ.

La colocación y nivelación de las bancadas o bastidores serán realizados dentro de los trabajos de obra civil, el personal de montaje comprobará las nivelaciones antes de situar los cuadros y fijarlas.

Los trabajos de ampliación en cuadros y armarios existentes deberán realizarse con todo cuidado para evitar cualquier perjuicio a las instalaciones en funcionamiento. La disposición de equipos en estos cuadros, así como su cableado, señalización y conexión se harán adaptándose a lo existente y con los mismos criterios, con objeto de facilitar la explotación y mantenimiento.

El personal técnico ensamblará e instalará las baterías de acumuladores y los armarios cargadores, rectificadores, hará las conexiones entre las baterías y entre éstas y los armarios e instalará los equipos auxiliares y accesorios que se provean. Efectuará las pruebas que indiquen las especificaciones y las que recomienda el fabricante; dará la carga inicial a las baterías de acumuladores y regulará el cargador automático.

3.3.5. RED DE TIERRA

Se aprovechará la red de tierra (malla) existente para el conexionado de todos los equipos, elementos metálicos, soportes, regletas, bandejas, etc.

Las uniones del conductor de cobre - semiduro de los equipos a la red de tierra serán mediante soldadura cadwell (fusión Aluminotérmica).

Los terminales de los puestas a tierras de los equipos se realizarán de manera de no hacer daño el galvanizado de la estructura metálica o bancada de los equipos.

3.3.6. TENDIDO Y CONEXIONADO DE CABLES

El personal técnico deberá efectuar todas las operaciones de medida, corte y manipulación de las bobinas, de acuerdo al listado de cables.

En ningún caso se permitirán empalmes de cable. Todas las conexiones deben efectuarse cortando trozos de longitud suficiente para que la conexión se haga sin empalmes intermedios.

Todos los cables se tendrán de acuerdo con las trazos generales marcados en los planos, sin desviarse apreciablemente de ellos, por haber sido proyectadas teniendo en

cuenta las caídas de tensión y limitación de corrientes de corto circuito, además de los generales de separación de circuitos, protección contra incendios y calentamientos excesivos.

Se tendrá especial cuidado en peinar los cables en bandejas de las canaletas, de modo que se eviten cruces innecesarios. No se admitirá la tracción de cable apretados por otros cables.

Los medios y procedimientos a emplear para el pelado de cables deben ser adecuados para su realización, prestando-se especial atención al dañado de los cables.

Todos los cables se identificarán en cada extremo con etiquetas de diámetro no inferior a 25 mm y grabados con letras y/o números según su destino marcado en los planos o especificaciones del proyecto.

El conexionado de los cables comprende desde el pelado de los extremos hasta el atornillado del hilo a la regleta, incluyendo los terminales e identificadores de hilo.

También comprende como operaciones previstas, el taladrado de cajas y/o equipos, para el paso de cables y la colocación de prensaestopas de estanqueidad.

CAPITULO IV
ESPECIFICACIONES TECNICAS DE SUMINISTRO DE EQUIPOS
Y MATERIALES, AMPLIACION S.E.TRUJILLO SUR.

4.1. ALCANCES

4.1.1. OBJETIVO :

Las presentes especificaciones técnicas determinan desde el punto de vista técnico, el alcance y las condiciones para la cabal realización de las obras electromecánicas de la ampliación de la S.E.Trujillo Sur.

Las obras que forman parte del presente estudio definitivo están descritas en el punto 4.2.

4.1.2. EXTENSION DE LAS ESPECIFICACIONES TECNICAS

Las presentes especificaciones técnicas no son limitativas, todos los materiales, equipos , herramientas, servicios, trabajos de cualquier tipo y naturaleza, que no están específicamente mencionadas en las especificaciones técnicas, pero que son necesarias para el correcto funcionamiento de la obra, serán considerados como incluidos en el suministro.

4.1.3. PUNTOS TERMINALES EXTERIORES

Los puntos terminales exteriores del suministro estarán colocados de manera general, en el pórtico de entrada a la celda del Trafo 25 MVA, 138/10 Kv.

Queda entendido que el alcance de las especificaciones están incluidas las conexiones eléctricas entre aparatos y juegos de barra 138 Kv.

4.2. DATOS GENERALES DE LAS OBRAS

4.2.1. DESCRIPCION DE LA S.E. TRUJILLO SUR

Esta Sub Estación, existente ubicada en la Urbanización Santa María 5ta etapa, en la prolongación de la Av. Gonzáles Prada s/n al sur de la ciudad de Trujillo, forma parte del Sistema Interconectado Centro Norte en 138 Kv., recepciona a la L.T. B-131A (138Kv) que viene de la S.E. Trujillo Norte y así mismo a la L.T. B-131 (138Kv) que viene desde la S.E. Chimbote 2.

Los trabajos de ampliación consiste en la construcción de una celda de transformador de 138Kv, instalación de 01 Trafo de 25 MVA, 138/10 Kv y respectivas obras civiles.

4.2.2. EQUIPOS E INSTALACIONES A SER SUMINISTRADOS E INSTALADOS

El personal técnico deberá realizar, el transporte, montaje y probar en sitio el siguiente equipamiento y ejecutar todos los trabajos necesarios para el correcto y normal funcionamiento de toda la instalación. Todos estos trabajos se realizarán de acuerdo a las especificaciones Técnicas, esquemas y planos.

Los detalles de las cantidades de todo el equipamiento de la ampliación de la Subestación Trujillo Sur, se encuentran indicadas en las tablas de cantidades y precios (Capítulo V).

A.- EQUIPAMIENTO, AMPLIACION S.E. TRUJILLO SUR

- 01 Trafo de 25/33Mva, 138/10 Kv, ONAN/ONAF.
- 01 Interruptor de potencia 138 Kv.
- 01 Seccionador de 138 Kv.
- 03 Pararrayos 138 Kv.
- 03 Trafos de corriente 138Kv (protección y medición).
- 03 trafos de tensión 138 Kv (medición)
- 01 Celda en 10 Kv, implementando con equipos de maniobra y medición).
- Equipos de protección, medición y control de equipamiento de 138/10 Kv.
- Tableros de servicios auxiliares 250 Vcc, y 220 Vca.

- 01 Banco de baterias de 250 Vcc.
- 01 Rectificador de 250 Vcc.
- Cables de energia.
- Cables de control.
- Obras civiles respectivas.

4.3. CONDICIONES DE UTILIZACION DE LOS SUMINISTROS

4.3.1. CARACTERISTICAS GEOGRAFICAS Y CLIMATOLOGICAS

Los equipos y materiales, objeto de las presentes especificaciones técnicas, son de uso en subestaciones a la intemperie, cuyas características geográficas y climatológicas se indican a continuación :

Altitud	: Menor de 1000 msnm
Temperatura media anual	: 32° C.
Temperatura máxima	: 40° C.
Temperatura mínima	: 5° C.
Humedad relativa	: Entre 90% y 100%.
Velocidad máxima del viento	: 25 m/s.
Precipitación pluvial	: Poco frecuente.
Contaminación	: La atmósfera es corrosiva, contiene polvo en suspensión y contaminación salina del mar.
Descargas atmosféricas	: No se tiene registro
Clima	: Sub tropical.

4.3.2. CARACTERISTICAS ELECTRICAS DEL SISTEMA INTERCONECTADO CENTRO NORTE

A.- NIVEL 220 Kv.

- Número de fases : Trifásico
- Tensión nominal de la Red : 220 Kv.
- Tensión máxima de servicio : 245 Kv.
- Tensión de resistencia a 60 Hz durante 1 minuto : 395 Kv.
- Tensión de resistencia a la onda de impulso (1.2/50 μ s) : 900 Kv cresta.
- Frecuencia : 60 Hz.
- Neutro : Rígidamente puesta a tierra.
- Potencia de cortocircuito admitida .. : 10,000 Mva.

B.- NIVEL 138 Kv.

- Número de fases : Trifásico
- Tensión nominal de la Red : 138 Kv.
- Tensión máxima de servicio : 145 Kv.
- Tensión de resistencia a 60 Hz durante 1 minuto : 275 Kv.
- Tensión de resistencia a la onda de impulso (1.2/50 μ s) : 650 Kv cresta
- Frecuencia : 60 Hz.
- Neutro : Rígidamente puesta a tierra.
- Potencia de cortocircuito admitida .. : 6,000 Mva.

C.- NIVEL 10 Kv.

- Número de fases : Trifásico
- Tensión nominal de la Red : 10 Kv.
- Tensión máxima de servicio : 12 Kv.
- Tensión de resistencia a 60 Hz
durante 1 minuto..... : 28 Kv.
- Tensión de resistencia a la onda
de impulso (1.2/50 μ s) : 75 Kv cresta
- Frecuencia : 60 Hz.
- Neutro : Rígidamente puesta
a tierra.
- Potencia de cortocircuito admitida : 500 Mva.

D.- SERVICIOS AUXILIARES.

- Corriente alterna (3 \emptyset , 1 \emptyset) : 380/220V.
- Corriente continua : 250 Vcc mandos y
señalización, 48
Vcc control, alarma
y señalizaciones.

4.4. TRANSFORMADOR 25/33 Mva, 138/10 Kv

El transformador es de tipo trifásico, para montaje al exterior, sumergido en aceite, con enfriamiento por aire.

4.4.1. CONDICION ACTUAL DEL TRAF0 25 Mva, 138/10Kv.

Este transformador se encuentra instalado en la S.E.

Trujillo Norte anillo 138Kv, que forma parte del Sistema Interconectado Centro Norte en 220/138Kv (Ver diagrama Unifilar No.2).

El 24.05.86., durante el mantenimiento preventivo, el conmutador bajo carga tipo MIII-300 MR, fué averiado (deterioro total del ruptor), el cual quedó hasta la fecha reparado provisionalmente en la posición taps No.9 (133.4 Kv/10.5 Kv); es decir similar a un conmutador en vacío.

A la fecha el trafo 25 Mva, 138/10Kv; suministra la zona norte y al Parque Industrial - Norte de la ciudad de Trujillo con una demanda de 15 Mw en horas de punta.

4.4.2. DATOS TECNICOS GARANTIZADOS POR EL FABRICANTE

Transformador trifásico con conmutación bajo carga de las siguientes características :

- Tipo : TD3LF
- Marca : Brown Boveri I.C.T.S.A
Lima - Perú.
- No..... : L 30035
- Potencia : 25/33Mva, ONAN/ONAF
- Relación de transformación.. : 138/10.712 Kv.
- Corriente Nominal : 104.6/139.5
 1347.4/1796.6
- Frecuencia : 60 Hz.
- Potencia de cortocircuito .. : 8.0/10.7 %.

4.6. SECCIONADOR DE BARRA 138Kv

El seccionador de barra de la celda del Trafo 25 Mva de la ampliación de la S.E. Trujillo Sur, será el mismo seccionador que se encuentra instalado en la celda del Trafo 25 Mva de la S.E. Trujillo Norte.

4.6.1. CARACTERISTICAS TECNICAS :

Tipo : VOAC MKI.
Tensión Nominal : 145 Kv.
Corriente Nominal : 800 A.
Accionamiento : Mando eléctrico 250Vcc.

4.7. TRANSFORMADORESE DE MEDIDA

4.7.1. TRANSFORMADOR DE TENSION

- Tipo : WN 145 N2.
- Relación :
 Primario : 138 Kv, 1,000 VA
 Secundario .. : Núcleo 1 : 115/66.4 V 150 VA, CL 1
 Núcleo 2 : 115/66.4 V 75 VA, CL 1
 Marca : Micafil - Suizo
- Año : 1,975.

4.7.2. TRANSFORMADOR DE CORRIENTE :

- Tipo : AOT 170 - H.
- Tensión Nominal : 138 Kv.
- Relación :
- Primario : 220 A
- Secundario .. : Núcleo 1 - 200/5A, 180 VA, CL 0.5
- Núcleo 2 - 200/5A, 60 VA, 5P20.
- Núcleo 3 : 200/1A, 60 VA, 5P20.
- Marca : BBC
- Año : 1,975.

4.8. PARARRAYOS 138Kv PROTECCION TRAF0 25 Mva

- Tipo : Oxido de Zinc.
- Tensión Nominal : 138Kv
- Corriente Nominal : 10 KA
- Marca : BBC
- Año : 1,975
- Tipo contador de descarga .. : SCF

4.9. EQUIPOS DE PROTECCION CELDA TRAF0 25Mva

4.9.1. PROTECCION DIFERENCIAL

A.- RELE DIFERENCIAL DEL TRAF0 :

- Tipo : YD22
- AK 426 116
- A1 F60 - (20)
- V75-250 (16)
- HE-75/1/391900/1521
- AJUSTE EN : 50 %

B.- RELE AUXILIAR DEL RELE DIFERENCIAL :

- Tipo : D22 Se3
AK 328774
1A 60 Hz
V75 - 250 Vcc
HE 75/1/391900/1521

C.- TRANSFORMADORES AUXILIARES DE COMPENSACION :

LADO 138 Kv

- Tensión Nominal ... : 1.1/4Kv, 60 Hz.
- Tipo : W1 23Z, HE 693387
- Relación : 0.249/0.577 A.
- Potencia : 3 VA.
- Clase : 5P20.
- Marca : BBC.

LADO 10 Kv

- Tensión Nominal ... : 1.1/4 Kv.
- Tipo : W1 23Z, HE 693387.
- Relación : 4.5/0.577 A.
- Potencia : 3 VA.
Clase : 5P20.
- Marca : BBC.

D.- DISPOSITIVO DE PRUEBA DE LA PROTECCION DIFERENCIAL

Opcional

4.9.2. PROTECCION DE SOBRECORRIENTE LADO 138kv :

A.- RELE DE SOBRECORRIENTE FASES R,S,T.

- Tipo : ICM 21P
AK 421256
A4 - 16V, 60 Hz.
250 Vcc.
HE 75/1/391900/01552.
AJUSTE : 5A.
RANGO AJUSTE : 4,5,6,8,10,12,16.

B.- RELE DE SOBRECORRIENTE A TIERRA

- Tipo : ICM 21P.
AK 421256.
A1 - 4V, 60 Hz.
250 Vcc.
HE 75/1/391900/01551.
AJUSTE : 1A.
RANGO AJUSTE : 1,1.25,1.5,2,2.5,3,4.

4.10. EQUIPOS DE MEDICION LADO 138 kv

4.10.1. AMPERIMETRO

- Tipo : RAQ 96E de hierro móvil
- Relación : 200/5A
Escala : 0 - 200A
- Clase : 1.5

4.10.2. VOLTIMETRO

- Tipo : Hierro móvil.
- Relación : 138/0.115 Kv.

- Escala : 0 - 180 Kv.
- Clase : 1.5

4.10.3. VATIMETRO (Falta Adquisición)

- Tipo : RAQ 96wd.
- Relación : $3 \times 115/\sqrt{3}V, 5A.$
- Escala : 0 40 Mw.
- Clase : 1

4.10.4. VARMETRO

- Tipo : RAQ, indución
- Relación : $2 \times 200/5A.$
- Escala : $3 \times 138/0.115Kv.$
- Clase : 1

4.10.5. MEDIDOR DE ENERGIA ACTIVA

- Tipo : FL 10 x Hmyf1-1 (6)
- Relación : $3 \times 138/\sqrt{3}$
----- Kv, 200/5A
0.115
- Constante : 0.0525 REV/Kwh
- Marca : LANDIS & GVR
- Factor : x 1000

4.10.6. MEDIDOR DE ENERGIA REACTIVA

- Tipo : FL 10 x Hnyfi-1 (6)
- Relaci3n : $3 \times \frac{138}{\sqrt{3}}$
----- Kv, 200/5A
0.115
- Constante : 0.0525 REV/Kwh
- Marca : LANDIS & GVR
- Factor : x 1000

4.11. EQUIPAMIENTO CELDA 10Kv

4.11.1. INTERRUPTOR 10kv CELDA DE LLEGADA

- Tipo : DST 245.750, extraible.
Tensi3n Nominal : 15 Kv.
- Corriente Nominal ... : 2,500 A.
- Breking Capacity : 29-37.5 K.
- Mando : El3ctrico, 250 Vcc.

4.11.2. TRANSFORMADOR DE CORRIENTE

a.- 03 TRAFOS DE CORRIENTE - PROTECCION DIFERENCIAL LADO
10Kv.

- Tipo : IBA (Toroidal).
- No. : 1719994.
Voltage Aislamiento.. : 17,500 V.

- Relación : 2000/5A, 25VA, 5P20.
- Marca : Alsthom de St-QUEN.

b.- 03 TRAFOS DE CORRIENTE : MEDICION Y PROTECCION SOBRECORRIENTE LADO 10Kv.

- Tipo : EMC (Toroidal).
- Relación : 3,000/5A, 50VA, Clase 5P20.
- Serie : 76219533/34/32.
- Marca : Westhinghouse.

4.11.3. TRAFOS DE TENSION MONOFASICOS (03)

- Tipo : VR - 15.
- Relación : 10/0.11 Kv, 60 Hz.
- Potencia : 750 VA.
- Norma : CEI.
- Clase : 1.

4.11.4. RELES DE SOBRECORRIENTE (03)

- Tipo : ICM 2P, tiempo inverso.
- Tensión Auxiliar : 250 Vcc.
- Corriente Nominal ... : 5A.
- Marca : BBC.

4.11.5. RELE SOBRECORRIENTE A TIERRA LADO 10 KV.

- Tipo : ICM 2P, tiempo inverso.
- Tensión auxiliar : 250 V cc.
- Corriente Nominal ... : 5A.
- Marca : BBC.

4.12. SISTEMA DE ALARMA Y SEÑALIZACIONES

Se aprovechará el panel de alarmas y señalizaciones existente el cual cumple las siguientes características :

- Pruebas de lámparas.
- Parada de bocina/sirena.
- Cancelación de alarma.

Con 16 lámparas intermitentes, incluido bocina.

Tensión de entrada señales 250 Vcc.

- Para montaje en tablero interior.

4.13. RECTIFICADOR DE 250 Vcc

- Tipo : SP0.250.50, Automático.
- Alimentación C.A. : 220 V, 60 Hz, trifásica.
- Tensión salida C.C. : 250 V.
Corriente salida C.C. : 50 A.
- Montaje : Interior.

4.14. BANCO DE BATERIAS 250 Vcc (Estacionarias)

- Tipo : 6EAN 55, ACIDO - PLOMO
- Número de Elementos : 120.
 Capacidad : 336 Ah.
- Voltaje de elemento : 2.2 V

4.15. INSTRUMENTOS DE MEDICION LADO 10Kv

4.15.1. AMPERIMETRO :

- Tipo : Hierro móvil.
- Relación : 3,000/5A.
- Clase : 1.5
- Escala : 0 - 3,000 A.

4.15.2. VOLTIMETRO :

- Tipo : Bobina móvil.
- Relación : 10/0.11 Kv.
- Clase : 1.5
- Escala : 0 - 11 Kv.

4.15.3. VATIMETRO :

- Tipo : De inducción.
- Relación : 10/0.11 Kv, 3000/5A.

- Escala : - 40 - 0 - + 40
- Clase : 1.5

4.15.4. MEDIDOR DE ENERGIA (Kwh)

- Tipo : De Inducción.
- Serie : FL10 x Hmyf1 1 (6)
- No. : 42266691-a
- Relación : $\frac{3 \times 10 / \sqrt{3}}{0.110}$ Kv, 200/5A, 60Hz
- Factor : 0.0525 rev/Kwh

4.16. TABLEROS DE CONTROL Y SS.AA. (Faltantes)

4.16.1. 01 Tablero de control y protecciones.

4.16.2. 01 Tablero de SS.AA. 250 Vcc.

4.16.3. 01 Tablero de SS.AA. 380/220 Vca, 60 Hz.

Estos tableros se fabricarán en la obra.

4.17. MATERIALES AMPLIACION S.E.TRUJILLO SUR

4.17.1. MATERIALES CONEXIONADO A.T. (138Kv)

Las especificaciones técnicas se encuentran en el listado de materiales, capítulo V.

4.17.2. MATERIALES RED DE TIERRA EQUIPOS 138 Kv

Ver listado de materiales, capítulo V.

4.17.3. CONEXIONADO B.T.

Ver listado de materiales, capítulo V.

CAPITULO V PRESUPUESTO BASE DEL PROYECTO

El siguiente presupuesto, se refiere al costo total de las obras electromecánicas y obras civiles de las 02 secciones de obras; es decir de la implementación salida en 10 Kv. del Autotrafo 100 MVA, en la S.E. Trujillo Norte y de la Ampliación de la S.E. Trujillo Sur en 138/10Kv.

Es importante indicar que el equipamiento de Alta Tensión (138 Kv.), será de la misma celda del trafo 25 MVA; con la excepción del interruptor de 138 Kv; el cual será la que se encuentra instalada en la celda de acoplamiento de la S.E. Chimbote 1 (Interruptor 165, ver diagrama unifilar 1.5, Capítulo I). Así mismo todo el equipamiento de los sistemas de protección y medición lado 138 Kv, del trafo 25 MVA, será instalado en la Ampliación de la S.E. Trujillo Sur.

En conclusión, el equipamiento faltante en la Ampliación de la S.E. Trujillo Sur, será la celda de llegada en 10 Kv. del Trafo 25 MVA y los equipos de protección, medición y servicios auxiliares. En la Implementación salida en 10 Kv de Autotrafo 100 MVA de la S.E. Trujillo Norte, el equipamiento faltante es en el sistema de protección, el cual también se a considerado en el siguiente presupuesto.

**5.1.- PRESUPUESTO BASE IMPLEMENTACION SALIDA EN 10 Kv
AUTOTRAFO 100 MVA S.E. TRUJILLO NORTE.**

5.1.1. Costo equipos faltantes	:	\$ 15,200.00	
(ver cuadro 5.1)			
5.1.2. Costo línea aérea 10 kv	:	\$ 34,450.00	
(ver cuadro 5.2)			
5.1.3. Costo Montaje y Supervisión	:	\$ 2,625.00	
(ver cuadro 5.3)			
5.1.4. Gastos Administrativos	:	\$ 2,000.00	

	Sub Total \$.		54,275.00

5.2.-PRESUPUESTO BASE AMPLIACION S.E. TRUJILLO SUR

5.2.1. OBRAS CIVILES

5.2.1.1 Costo obras civiles y Supervisión .. : \$ 17,500.00
(ver cuadro 5.4)

5.2.2. OBRAS ELECTROMECANICAS :

5.2.2.1. Costo transporte equipos	:	\$ 18,550.00	
(ver cuadro 5.5)			
5.2.2.2. Costo equipos faltantes	:	\$ 69,000.00	
(ver cuadro 5.6)			
5.2.2.3. Costo de matriales y herramientas .	:	\$ 12,491.00	
(ver cuadro 5.7)			
5.2.2.4. Costo montaje y supervisión	:	\$ 33,000.00	
(ver cuadro 5.8)			
5.2.2.5. Gastos Administrativos	:	\$ 4,000.00	

	Sub Total \$.		154,541.00

5.3. TOTAL PRESUPUESTO BASE DEL PROYECTO:

5.3.1 Presupuesto base implementación salida en 10Kv Autotrafo 100MVA-S.E. Trujillo Norte : \$ 54,275.00

5.3.2 Presupuesto base ampliación SETSUR .. : \$ 154,541.00

5.3.3 Total presupuesto base del proyecto...: \$ 208,816.00

Son: Docientos Ocho mil ochocientos dieciseis y 00/100 dolares USA.

CAPITULO VI

ESQUEMAS ELECTRICOS AMPLIACION S.E. TRUJILLO SUR

Los criterios que se han empleado para la elaboración de los esquemas eléctricos, de los circuitos de control, mando, medición, protección, señalización y de servicios auxiliares, tienen una secuencia lógica; el cual detallaremos para su mejor interpretación y comprensión de dichos esquemas.

Es importante mencionar, sobre la filosofía adoptada para la elaboración de los esquemas eléctricos, una combinación de la filosofía de ASEA BROWN BOVERI (ABB) y experiencia personal; resultando los esquemas sencillos para su lectura, interpretación y codificación lógica de los circuitos.

6.1.- CONDICIONES DE REPRESENTACION DE LOS ESQUEMAS

6.1.1. CIRCUITOS DE MANDO : Representación sin tensión.

6.1.2. INTERRUPTORES 138 Kv y 10 Kv: Abierto, presión mando hidráulico ó carga resorte baja, interruptor motor abierto, conmutador Local/Distancia en posición distancia.

6.1.3. SECCIONADORES: Abiertos, conmutador local/distancia en posición distancia.

6.1.4. RELES - INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS : Relés desexcitados, interruptores termomagnéticos en posición abierto.

6.2. NUMERACION Y MODELO DEL MARCO DE LOS ESQUEMAS ELECTRICOS

6.2.1. NUMERACION DE LOS ESQUEMAS ELECTRICOS

Para la numeración de los esquemas eléctricos, se han adoptado una serie de caracteres alfanuméricos de acuerdo al siguiente criterio :

A	B
C M . T R	1.21

- **GRUPO A :** Los caracteres en éste grupo serán de 04 letras alfabéticas, siendo las dos primeras (CM) el nombre de la oficina donde se elaboró los esquemas en este caso los caracteres "CM" significarán "CENTRO DE MANTENIMIENTO". Los dos últimos caracteres serán las letras "TR", las que indicarán que dichos esquemas pertenecen al Transformador de Potencia.

- **GRUPO B :** Los caracteres de éste grupo serán de uno (01) hasta tres (03) números, siendo el primer número que

indique el número de transformador a instalarse; para nuestro caso será el transformador No 1. Los dígitos que preceden al primer dígito es el correlativo de los esquemas.

6.2.2. MODELO DEL MARCO DE LOS ESQUEMAS ELECTRICOS

En la parte superior de los esquemas eléctricos existe una fila que servirá para indicar en forma general la función que cumple un circuito dentro de un esquema; como por ejemplo: "DIAGRAMA UNIFILAR TRAF0" y "TRAFOS DE MEDIDA" (ver esquema No CM-TR-1.3).

Así mismo debajo de la línea mencionada anteriormente se puede observar que existe una numeración del 1 al 16, a la que llamaremos sección y nos servirá para ubicar cualquier circuito dentro del esquema y deberá interpretarse como una columna dentro del esquema, ejemplo: Sección 1 (columna 1), sección 16 (columna 16).

6.3. CUADRO DE CONTROL, PROTECCION Y MEDICION

Con fines de homogenizar y/o mantener la misma codificación referente a los cuadros de control, protección y medición ubicados en la sala de control, se codificará como "PC4" al cuadro de control, protección y medición para el transformador 25 MVA a instalarse. En éste panel existirán 03 regletas con sus respectivas

borneras numeradas, las cuales serán codificadas como :
PCR4, PCR5, PCR6.

6.4. DESIGNACION DE REGLETAS DE BORNAS

Las regletas de bornas se designan con las letras "PCR", precedida de un número de orden; para nuestro caso será PCR4, PCR5, PCR6.

6.5. NUMERACION DE LOS HILOS INTERIORES DE PANELES

Los circuitos en los cuadros llevarán una designación compuesta de tres hasta cuatro números y una numeración abreviada del servicio (para nuestro caso llevara las letras TR, indicación que pertenece al trafo de 25 MVA). De los cuatro números, los dos primeros corresponden al número del esquema y los otros dos al número de orden dentro de la hoja.

6.6. SECUENCIA DE LOS CIRCUITOS

Los circuitos que por necesidad de representación, se interrumpen para continuar en otro hoja, llevarán una llamada en ambos extremos que indicará el número del esquema y sección de destino.

Ejemplo : 1.16-1, significa esquema No 16 sección 1.

6.7. LISTADO DE ESQUEMAS ELECTRICOS :

El cuadro 6.1, muestra el listado de todos los esquemas eléctricos de la ampliación de la S.E. Trujillo Sur, los

cuales se adjuntan al final del presente capítulo.

6.8. LISTADO DE CABLES DE CONTROL :

El listado de cables de control, para el conexionado de equipos del patio de llaves, celda 10Kv y de servicios auxiliares, se muestra en el cuadro No 6.2, al final del presente capítulo después de los esquemas eléctricos.

6.8.1. DESIGNACION DE LOS CABLES EXTERIORES :

Para la numeración de los cables de control exteriores, tanto de servicios auxiliares, como de control, mando, protección, medida y señalización se han definido una serie de caracteres de acuerdo al siguiente criterio :

101 / TR - 1.3 ;

Los tres primeros números indicarán el número de orden ó correlativo de los cables (101, 102, 103, ..etc) y los siguientes caracteres alfanuméricos nos indicarán el servicio que prestará e indicando el número del esquema eléctrico en donde será utilizado dicho cable. Por ejemplo 101/TR-1.3; significa cable No 101, perteneciente al trafo 25 MVA y se usará según el esquema 1.3

6.9. FICHAS DE CONEXIONADO :

El objetivo de estas fichas, es brindar las facilidades para el personal de montaje, para el correcto conexionado

entre equipos de Alta Tensión y de estas a los cuadros de control y/o servicios auxiliares.

Como podrá observarse, en estas fichas, cada cable de control tendrá un origen y un destino facilitando y complementando a los esquemas eléctricos, para su fácil conexionado y posterior seguimiento y/o comprobación del correcto conexionado de los circuitos eléctricos.

Estas fichas de conexionado se adjunta al presente capítulo, después del listado de cables.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El presente proyecto desarrollado, resultó la mejor alternativa Técnico - Económica para Electroperú S.A., iniciando su ejecución el mes de Noviembre de 1991 y culminandose en Abril de 1992, con la puesta en servicio de la ampliación de la S.E. Trujillo Sur.

En este sentido detallamos las conclusiones y recomendaciones respectivas referente a la operación y mantenimiento de la nueva configuración en las subestaciones Trujillo Norte y Sur derivado del mencionado proyecto:

1. CONCLUSIONES :

1.1. Con la Ampliación de la S.E. Trujillo Sur, ésta planta queda con una potencia instalada de :

- 01 Transformador (existente) de 30 Mva, en 138/10 Kv, ONAN.
- 01 Transformador (proyecto) de 25/33 Mva, en 138/10 Kv, ONAN/ONAF.
- Total Potencia Instalada: 55 Mva/ONAN, 66 Mva/ONAN-ONAF.

1.2. Para su explotación de la nueva potencia instalada, es imprescindible reforzar la línea de Transmisión B-131 que interconecta la S.E. Chimbote 2 y S.E. Trujillo Sur,

el cual se encuentra en situación crítica por su alto grado de corrosión y envejecimiento, transmitiendo a la fecha sólo 20 Mw garantizados. Así mismo es necesario rehabilitar la línea de Transmisión L.T. B131-A que interconecta las S.E. Trujillo Norte y Sur, para garantizar una entrega de 60 Mw a la S.E. Trujillo Sur.

1.3. Así mismo, se instaló 02 Trafos de Tensión de 10/0.11 Kv, que permite la sincronización del Interruptor No 11(llegada a barras 10 Kv del trafo 25 Mva), en la S.E. Trujillo Sur.

1.4. En la S.E. Trujillo Norte, para la implementación de la salida en 10 Kv del terciario del Autotrafo 100 Mva, se instaló un nuevo relé diferencial (Electrónico) tipo RADSE, para 03 devanados, en reemplazo del relé RADSB de dos devanados. Así mismo se implementó 01 relé de tensión homopolar para fallas a tierra en las radiales 10 Kv, éste relé indicará una alarma y señalización en caso de fallas a tierra en las radiales de 10 Kv.

1.5. El siguiente cuadro se explica por sí sola el costo beneficio del proyecto ejecutado, cuya inversión se recuperado ampliamente durante la operación del trafo 25 Mva, en el periodo Abril 92 hasta Abril 93.

Costo total del proyecto	Incremento de potencia despues del proyecto S.E. Trujillo Sur		Costo de energía vendida 1992-93 del incremento de potencia S.E. Trujillo Sur		Costo total energía incrementada SETSUR
	H.P.	H.F.P	H.P	H.F.P	
S/.430,161	10 Mw	4 Mw	S/. 830,740	S/. 1065,800	S/. 1'896,540

2. RECOMENDACIONES :

2.1. Durante el mantenimiento preventivo de la S.E. Trujillo Sur, se recomienda la aplicación de grasa silicona a las cadenas de aisladores de barra 7A, 8A, 6A, 9A, con fines de evitar deservicios durante un año para efectuar la limpieza del aislamiento en barras 138 Kv.

2.2. De igual manera en la S.E. Trujillo Norte, se deberá aplicar grasa silicona en el aislamiento del Autotrafo 100 Mva, en las celdas 220/138 Kv del Autotrafo y en la línea aérea 10 Kv, para evitar deservicio total en caso de requerir la limpieza limpieza del aislamiento(frecuencia de limpieza manual con trapo industrial, 04 veces al año).

2.3. La operación de los trafos de 30 Mva y 25 Mva será en barras 10 Kv independientes, por tener diferentes grupos de conexión y de tensión de cortocircuito, así mismo los secundarios (10 Kv) en Triángulo (Trafo 30 Mva) y en Estrella Neutro a Tierra (Trafo 25 Mva), impiden la marcha en paralelo. Para tal efecto los

operadores de la S.E. Trujillo Sur tienen indicación de que el interruptor No 12 acoplamiento de barras A,B, en 10 Kv, deberá estar desenclavado de su celda(retirado).

Como respaldo para evitar acoplar las barras "A" y "B", se recomienda instalar bloqueos eléctricos para los interruptores 10,11,12, reforzados por relés de tensión(ver figura 3.3, capítulo III).

2.4. Las radiales que alimentará el trafo de 25 Mva(S.E. Trujillo Sur, mediante la barra "B" en 10 Kv, poseen un sistema de protección mediante relés primarios tipo HB, los cuales se recomienda cambiar y/o implementar por relés secundarios de sobrecorriente de tiempo inverso.

Aprovechando la ejecución del Proyecto, se implemento con relés electrónicos de sobrecorriente de tiempo inverso en la radial TS-6 que suministra la zona central de la ciudad.(ver fig. 3.3).

BIBLIOGRAFIA Y FUENTES DE INFORMACION

- 1.- ASEA, Sistemas de Protección Relés ASEA, Manual del fabricante.
- 2.- BBC BROWN BOVERI, Manual de Las Instalaciones De Distribución De Energía Eléctrica, Ediciones URMO S.A 1983.
- 3.- Brow Boveri (BBC), Relés y Dispositivos de Protección para Instalaciones Eléctricas, Manual del fabricante.
- 4.- Burndy an FCI Company, Master Catalog For Electrical Connector, Edición 1973.
- 5.- Catálogos Varios de Fabricantes (Interruptor 138 Kv, Seccionador 138 Kv, Trafo de Potencia 25 Mva, Pararrayos 138 Kv).
- 6.- Enciclopedia CEAC, Subestaciones de Transformación y Distribución.
- 7.- Indeco Peruana S.A., Catálogos Cables de Energía.
- 8.- Ing. Castelfranchi, Centrales Eléctricas II.
- 9.- Ing. Jorge Linares Olguin - Curso AEP 1984, Diseño de Subestaciones Eléctricas de Alta Tensión.
- 10.- ITALTRAFO SPA , Trasformatori Medi e Grandi, Istruzioni di Montaggio e Manutenzione, Manual del fabricante.
- 11.- José Ramirez Vásquez, Instalaciones Eléctricas Generales, Enciclopedia CEAC, Edición 1986.
- 12.- Westinghouse Electric-Corporation, Aplied Protective Relaying, Edición 1968.