

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**



IMPLEMENTACION DEL EJE DE DESARROLLO PARA EL  
SISTEMA ELECTRICO VIRU EN 60 KV PRIMERA ETAPA

**TITULACION POR COMPETENCIA PROFESIONAL**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

**INGENIERO ELECTRICISTA**

**PRESENTADO POR:**

**ELEAZAR VICTOR RIOS HUERTA**

**PROMOCIÓN  
1978 - I**

**LIMA – PERÚ  
2008**

**IMPLEMENTACION DEL EJE DE  
DESARROLLO PARA EL SISTEMA  
ELECTRICO DE VIRU EN 60 KV PRIMERA  
ETAPA**

A mi esposa Ana, a mis hijos Dinkar, Kiran, Shilla y Mireille,  
A mi padre Silvestre,  
Por su constante apoyo para lograr este objetivo.

## SUMARIO

La Empresa Hidrandina S.A. para lograr su desarrollo ha considerado como un Eje de Desarrollo Estratégico el valle de Virú y Chao, ubicados en la zona sur de Trujillo, en la provincia de Virú, Región La Libertad, propuesta compatible con los criterios de la alta Dirección y para tal fin destina parte de recursos de inversión para garantizar la demanda de energía en el la zona de Virú.

Es importante señalar que los clientes dentro de la zona de concesión deben tener un servicio continuo, confiable y de calidad, en este caso están los clientes del distrito de Virú y anexos ubicados en el polígono de la concesión. Así mismo, debemos resaltar que los proyectos ubicados fuera del área de concesión sean rentables y sirvan para el desarrollo sostenible de la zona.

El proyecto a implementarse debe ser económicamente viable, en el caso de la línea estratégica de desarrollo de Virú, se considero por conveniente invertir progresivamente y ejecutar el proyecto por etapas para garantizar el crecimiento en las ventas de energía como objetivo y el retorno de las inversiones.

El proyecto permite abastecer el suministro eléctrico en forma permanente y confiable a los clientes de los valles de Virú y Chao, mediante una nueva Línea Transmisión Secundaria en 60 kV desde la SET Trujillo Sur hasta SET Virú, esta línea en 60 kV inicialmente debe operar en 34,5 kV con instalaciones existentes.

El resultado de todo esto, permite el incremento de las ventas para la empresa y garantiza el crecimiento del sector Agroindustrial en los Valles contribuyendo el desarrollo sostenido de la zona, contribuyendo con el Cluster agro exportador en Virú.



## EXTRACTO

TITULO	IMPLEMENTACION DEL EJE DE DESARROLLO PARA EL SISTEMA ELECTRICO EN 60 KV VIRU PRIMERA ETAPA.
AUTOR	ELEAZAR VICTOR RIOS HUERTA
GRADO A OPTAR	INGENIERO ELECTRICISTA
FACULTAD	INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA
UNIVERSIDAD	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
	LIMA - PERU
	2008

El proyecto, esta orientado al análisis, evaluación de la inversión y diseño de una línea de transmisión secundaria en 60 kV que permitirá el transporte de energía desde la subestación de Trujillo Sur a la subestación Virú, en la Región de La Libertad.

Este proyecto comprende cinco capítulos, en el capítulo I se describe y evalúa a nivel de prefactibilidad los cuatro ejes de desarrollo estratégicos que la empresa Hidrandina S.A. debe implementar para incrementar sus ventas y contribuir al desarrollo sostenidos de los Ejes de Desarrollo.

En el capítulo II, justifica la implementación del eje de desarrollo para el sistema eléctrico de Virú; en el capítulo III se realiza una evaluación técnico económico la ejecución de la línea de transmisión secundaria en 60 kV a Virú, planteando la inversión progresiva de acuerdo al crecimiento de la demanda.

En el capítulo IV se desarrolla el proyecto de la línea a nivel de ejecución, con la especificaciones técnicas, cálculos justificativos, metrado y presupuesto, análisis de costos unitarios y planos que permitan su ejecución.

Finalmente en el capítulo V, se presenta el planeamiento integral del proyecto que garantice el crecimiento del sector agro industrial en el proyecto especial de Chavimochic en los valles de Virú y Chao.

## ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>2</b>
<b>CAPITULO I</b>	
<b>EJES DE DESARROLLO ESTRATEGICOS EN EL SISTEMA ELECTRICO DE HIDRANDINA S.A.</b>	<b>3</b>
1.1 Generalidades	3
1.2 Eje de desarrollo Virú	3
1.3 Eje de desarrollo Malabrigo	6
1.4 Eje de desarrollo Cajabamba	9
1.5 Eje de desarrollo Callejón Conchucos	11
1.6 Ubicación Geográfica de los Ejes de Desarrollo	12
<b>CAPITULO II</b>	
<b>IMPLEMENTACION DEL EJE DE DESARROLLO VIRU</b>	<b>13</b>
2.1 Antecedentes	13
2.2 Plan de cierre Línea en 138 kV Chimbote Virú Trujillo	14
2.3 Descripción del sistema eléctrico de Virú	14
2.4 Sector Agro Industrial Valle Virú	16
2.5 Alternativas de implementación Eje de Desarrollo Virú	18
<b>CAPITULO III</b>	
<b>EVALUACION TECNICO ECONOMICO INTERCONEXION VIRU</b>	<b>20</b>
3.1 Flujo potencia líneas transmisión secundaria en 60 y 34,5 kV	23
3.2 Demanda de energía y potencia clientes agro industriales	23
3.3 Interconexión con Proyecto Chavimochic en 34,5 kV	23
3.4 Inversión para línea Trujillo – Virú y módulos en 34,5 kV	25
3.5 Evaluación económica para financiamiento Virú I Etapa	25
3.6 Análisis de Sensibilidad y Evaluación Económica Empresarial	33
3.7 Implementación estudios de Ingeniería	38
3.8 Resumen de los Estudios EIA y CIRA	38

## **CAPITULO IV**

### **LINEA TRANSMISION SECUNDARIA 60 KV TRUJILLO VIRU- OPERACIÓN**

<b>TEMPORAL EN 34,5 kV</b>	<b>50</b>
4.1 Memoria Descriptiva	50
4.2 Criterios Básicos de Diseño	54
4.3 Especificaciones Técnicas suministro de materiales línea 60 kV	60
4.4 Especificaciones Técnicas Montaje línea 60 kV	79
4.5 Cálculos Justificativos línea 60 kV Trujillo Virú	95
4.6 Metrado y Presupuesto línea en 60 kV Trujillo Virú	117
4.7 Instalaciones Temporales módulos en 34,5 kV	123
4.8 Especificaciones Técnicas de los Módulos 34,5 kV	129
4.9 Especificaciones Técnicas Obras Civiles	149
4.10 Metrado y Presupuesto Módulos 34,5 kV	157

## **CAPITULO V**

### **PLANEAMIENTO SEGUNDA ETAPA PROYECTO VIRU**

5.1 Consideraciones Generales	170
5.2 Alcances de la segunda etapa proyecto Virú	170
5.3 Determinación de la ubicación de la SET Virú	171
5.4 Implementación de salida en 60 kV Trujillo Sur	181
5.5 Subestación de llegada Virú 60/22,9/10 kV, 20/12/8 MVA	184

### **CONCLUSIONES**

### **BIBLIOGRAFIA**

### **ANEXOS**

Anexo 1:	Esquemas y diagramas unifilares
Anexo 2:	Reporte del cálculo del flujo de potencia
Anexo 3:	Tablas técnicas de materiales principales de la línea
Anexo 4:	Resultados Cálculos Justificativos
Anexo 5:	Planos línea transmisión secundaria 60 kV Trujillo Virú

## INTRODUCCIÓN

El sector Agroindustrial tiene un crecimiento explosivo a consecuencia de los futuros acuerdos comerciales con Estados Unidos de América; en el valles de Virú y Chao existen 20 000 hectáreas adjudicadas que necesitan aproximadamente 1 000 KW por cada mil hectáreas.

El valle de Virú es un sistema aislado, abastecido por la Central Hidroeléctrica de San José de propiedad del Proyecto Especial Chavimochic (PECH) que suministra ente 3 000 y 5 000 KW, esta potencia no es suficiente para la demanda actual y menos para el futuro de la zona.

La finalidad es desarrollar el proyecto para abastecer la energía eléctrica en forma permanente y confiable a los clientes de los Valles de Virú y Chao, mediante una nueva Línea de Transmisión Secundaria en 60 kV, desde la Subestación de Trujillo Sur hasta la Subestación de Virú.

La línea en su primera etapa debe operar en 34,5 kV con la subestación existente en Virú de 34,5/10 kV, 6 MVA de propiedad del proyecto Especial de Chavimochic (PECH), y la Subestación elevadora de Trujillo Sur 10/34,5 kV; 6/6,5 MVA. La operación inicial de la línea en 34,5 kV tiene el propósito de postergar la inversión para asegurar la rentabilidad del proyecto, considerando que el crecimiento de la demanda esta sujeta a otras variables económicas a nivel país.

Contribuir con el desarrollo nacional es uno de los objetivos de la empresa Hidrandina S.A. por lo tanto la alta Dirección vio por conveniente implementar el Eje de Desarrollo Virú, con una inversión progresiva, garantizando el transporte de la energía a través de la línea de transmisión secundaria en 60 kV, con capacidad de transmisión de 30 MW. Esta inversión va fomentar la agroindustria de exportación con el incremento de la inversión privada nacional y extranjera, son entre otras, las razones del éxito de esta importante obra de infraestructura eléctrica.

# CAPITULO I

## EJES DE DESARROLLO ESTRATEGICOS EN EL SISTEMA ELECTRICO DE HIDRANDINA S.A

### **1.1 Generalidades**

El proyecto responde a la necesidad de implementar líneas de desarrollo estratégicos que permitan a la empresa Hidrandina S.A aumentar en ventas de energía. Hidrandina, para lograr su desarrollo ha considerado **cuatro Ejes Estratégicos de Desarrollo**, teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- Existencia de Demanda de Potencia y Energía Eléctrica
- Reuniones avanzadas con los clientes de la zona y en algunos casos debe haberse concluido en pre-contratos de suministro.
- Que los proyectos sean económicamente viables para HIDRANDINA S.A, y en algunos casos sean financiados por los mismos clientes.
- Los proyectos deben contribuir con el desarrollo de la Región

Es importante señalar, que la propuesta de los ejes de Desarrollo debe ser compatible con los criterios de nuestro Directorio y que señalamos a continuación:

Primero: Que nuestros clientes dentro de nuestra concesión tengan un servicio, continuo, confiable y de calidad.

Segundo: Que los proyectos fuera del área de concesión sea rentable y que sirvan para el desarrollo sostenible de la zona.

Tercero: Que no deterioren el medio ambiente.

Describimos en los siguientes subtítulos los cuatro ejes de desarrollo que se propone implementar en el corto y mediano plazo.

### **1.2 Eje de Desarrollo de Virú.**

El Sector Agroindustrial esta teniendo un crecimiento explosivo a consecuencia de los acuerdos comerciales con la comunidad Europea y Estados Unidos, en los valles de Virú y Chao, en ambos valles existen 20 000 hectáreas adjudicadas, las cuales necesitan aproximadamente 1 000 KW por cada 1 mil hectáreas.

El Valle de Virú es atendido desde un sistema aislado, abastecido por la Central Hidroeléctrica de San José del Proyecto Especial Chavimochic (PECH), la cual está suministrando entre 3 y 5 MW, esta potencia no es suficiente para la demanda y menos para el futuro de la zona.

La finalidad es desarrollar el proyecto para abastecer con suministro eléctrico en forma permanente y confiable a los clientes de los Valles de Virú y Chao, mediante una nueva Línea de Transmisión secundaria en 60 kV, desde la Subestación Trujillo Sur a la Subestación Virú, de propiedad de proyecto especial de Chavimochic (PECH). Esta línea en su primera etapa debe operar en 34,5 kV con las subestaciones antes indicadas.

### **Etapas del Proyecto:**

El análisis para la **Primera Etapa** comprende el diseño e implementación de las siguientes secciones:

- Línea de Transmisión secundaria en 60 kV, desde S.E.T Trujillo Sur - S.E.T Virú. (operación inicial en 34,5 kV); longitud 44,5 Km., una terna, estructura con postes de madera, conductor 240 mm<sup>2</sup>.
- Módulo de Salida en 34,5 kV, en la Subestación Trujillo Sur. (\*)
- Módulo de Llegada en 34,5 kV al pórtico existente de la SET Virú

(\*) Hidrandina S. A tiene un transformador de 10/34,5 kV, 5/6.5 MVA

El costo estimado de la inversión para el proyecto es de **2 200 miles US \$** para la primera etapa, habiéndose previsto ejecutar **en el ejercicio 2004/2005** (puesta en servicio el primer bimestre 2005)

La **Segunda Etapa**, para un mercado estimado de 15 a 20 MW el proyecto debe hacerse realidad, siendo necesaria la operación de la línea en 60 kV. Con las condiciones favorables en demanda de energía y potencia se debe ejecutar la construcción de la SET Virú de 60/22,9/10 kV; 20/8/12 MVA y el Módulo de salida en 60 kV en la SET Trujillo Sur. La inversión adicional para la implementación de la II etapa del proyecto se estima en 1 300 miles de US \$ y su ejecución debe programarse para el año 2009.

En la **Fig. 1.1** Sistema Eléctrico Trujillo Virú I Etapa y en la **Fig. 1.2** Sistema Eléctrico Trujillo Virú II etapa, se muestran los diagramas unifilares para el eje de desarrollo de Virú en la primera etapa y segunda etapa respectivamente. (ver Anexo N° 1: Esquemas y diagramas Unifilares).

### Premisas

- Los clientes deben suscribir pre contratos de compromiso de compra de energía por la demanda solicitada, como es el caso de la empresas agroindustrial Damper (1,5 MW) y Sociedad Agrícola Virú (0,5 MW)
- Percibir ingresos por tarifas en el sector de Virú; Hidrandina S.A deja de percibir 195 mil dólares anuales por diferencia tarifaria; Hidrandina S.A, factura al sector regulado en el valle de Virú con el pliego tarifario del sistema interconectado y compra la energía del Proyecto Especial del Chavimochic, como sistema aislado con un pliego tarifario de sistema aislado.
- Incorporar nuevos clientes Agroindustriales como Campo Sol, Talsa y otras que están en desarrollo en los sectores Agro Industriales de Pur – Pur., debe tenerse presente que demanda a atender no debe superar de los 6 MW.

### Resumen de la Demanda de clientes Agroindustriales para la primera etapa.

La demanda de energía y potencia que los clientes y/o futuros clientes requieren inmediatamente energía se indica en **cuadro 1.1:** Resumen de la demanda Factibilidades otorgadas.

**Cuadro 1.1: Resumen de la demanda Factibilidades otorgadas**

Item	Clientes Agro industriales	Potencia Kw	Energia MT kwh	Energia MT kwh	Energia BT kwh
1	Damper 1 Compositan	500	3 109 800		
2	Damper 2	1 000	6 219 600		
3	Sociedad Agricola Viru	500	3 109 800		
4	Talsa	100		621 960	
5	Equs	60			373 176
6	Agrodoral planta Procesamier	320	1 990 272		
7	Sociedad Agricola Rocio	850	5 286 660		
8	Fundo el Sol y la Luna Huaca	60			373 176
9	Empac	600		3 731 760	
10	Establo Lactea	200	1 243 920		
11	Trillum Agro SAC	600	3 731 760		
12	Tallo de Oro Viru	200	1 243 920		
13	Camposol	500		3 109 800	
14	Camposol Chao	1 200		7 463 520	
<b>Total</b>		<b>6 690</b>	<b>25 935 732</b>	<b>14 927 040</b>	<b>746 352</b>
<b>Factor Simultaneidad</b>		<b>0,84</b>			
<b>Total General</b>		<b>5 600</b>			

### Ampliación Zona de Concesión.

Los clientes de los Centros Poblados de Virú, Puente Virú y algunos anexos están ubicados dentro de la concesión, el sector agroindustrial este ubicado fuera del área de concesión, la ampliación de la concesión se solicitará de acuerdo a las necesidades.



## Estrategia de Desarrollo

Implementación del proyecto por etapas, de acuerdo al crecimiento de la demanda, postergando inversiones para una segunda etapa:

- Primero, se construye la línea preparada para 60 kV, pero en la primera etapa operara en 34,5 kV con el sistema existente del PECH
- Segundo, con la demanda consolidada se implementa el Sistema en 60 kV.

## Indicadores Económicos para presupuesto de Inversión.

Los indicadores económicos que sustentan la rentabilidad del proyecto se muestran en **Cuadro 1.2** Indicadores Económicos, para tal efecto se ha utilizado la tasa de descuento igual al 12%, tal como indica la ley de concesiones eléctricas. En el capítulo 2 del presente informe se mostrara un modelo de evaluación que sustenten los indicadores económicos y permitan a la Alta Dirección de la empresa decidir la inversión propuesta en el ejercicio presupuestal 2004.

**Cuadro 1.2: Indicadores Económicos**

	Unidad de Medida	Resultados
VAN	Miles US \$	1350
TIR	%	20%
Beneficio/costo		1,09
Pay Back	Años	5,3
Inversion	Miles US \$	2200
Tasa descuento	%	12%

### 1.3 Eje de Desarrollo Malabrigo.

Este polo de desarrollo es uno de ejes más importantes en el presente año (2004), como se sabe este puerto desde hace algunos años se ha convertido en el mayor productor de harina de pescado de todo el litoral peruano; muchas empresas se han instalado y otras están movilizanddo activos de otros puertos a Malabrigo para incrementar su producción o iniciar operaciones.

El suministro eléctrico a Malabrigo, actualmente es a través de la línea de transmisión secundaria en 34,5 kV, desde las Subestaciones de Casa Grande 1, Paiján y Malabrigo.

Se ha evaluado la eficiencia de la línea antes mencionada concluyéndose dos puntos importantes que resaltamos:

- En el tramo de línea Casa Grande 1 – Paijan, los conductores de cobre, están en mal estado con empalmes de diferentes calibres, los calibres oscilan entre 35 y 16 mm<sup>2</sup> de cobre.



- Selección inadecuada de la sección del conductor en el tramo final, Paijan Malabrigo, obra que fue ejecutada por la Dirección Ejecutiva de Proyectos del Ministerio de Energía y Minas, con la perspectiva de atender solo al centro poblado de Malabrigo.

Por lo tanto, la capacidad de transmisión es deficiente, con altas pérdidas de energía, potencia y caída de tensión que superan los límites que la norma técnica de calidad de los servicios eléctricos (NTCSE) establece.

La demanda máxima actual es de 2,3 MW y se tiene comprometida 3,5 MW con la empresa Hayduck, demanda que no se puede atender por incumplimiento de las NTCSE. Esta deficiencia nos obliga a buscar alternativas de solución.

### **Etapas del Proyecto.**

La demanda existente en la zona se estima en 10 MW y para poder abastecerla y mejorar la calidad de servicio de los clientes, en el mes de enero del 2004, Hidrandina S.A ha concluido en Malabrigo la instalación de un transformador con regulación bajo carga de 8/10 MVA, ONAN/ONAF, así mismo rehabilitó la línea de transmisión secundaria en 138 kV desde la SET Trujillo norte hasta la SET de Santiago de Cao.

Para la **primera etapa** se ha proyectado la línea de transmisión secundaria en 34,5 kV desde la Subestación de Santiago de Cao a la Subestación de Malabrigo; la línea tendrá un recorrido directo desde Santiago de Cao a Malabrigo; con esta línea se podrá cubrir la demanda existente en los próximos años.

Con los resultados de las evaluaciones concluimos que el eje de Desarrollo se implementaría por etapas y que se resume a continuación:

- **Etapas I** Afianzamiento del Sistema en 34,5 kV Santiago Cao – Malabrigo.
- **Etapas II**, Interconexión en 60 kV al Sistema Eléctrico de Pacasmayo.

**La I Etapa** del Proyecto comprende lo siguiente:

- Línea 34,5 kV Santiago de Cao – Malabrigo, Simple Terna 44 km. de longitud con conductor de 240 mm<sup>2</sup>.
- Módulo de Salida en 34,5 kV en la SET Santiago de Cao y Módulo de llegada en la SET de Malabrigo.

El diagrama Unifilar de las etapas I y II se muestra en la **Figura 1.3: Esquema Unifilar Santiago de Cao – Malabrigo.** (Ver el Anexo N° 1)

**Para la Segunda Etapa**, a mediano plazo se prevé implementar el sistema en 60 kV, para tal efecto se debe ejecutar lo siguiente:

- Línea de transmisión secundaria en 60 kV, desde la Subestación de Pacasmayo a una nueva subestación de Malabrigo, 48 Km., Simple Terna.
- Bahía de salida en 60 kV en la SET de Pacasmayo (existente)
- Subestación 60/10 kV, 10/12 MVA en Malabrigo

Para esta Etapa, de concretarse el crecimiento de la demanda estimada en 15 MW, la inversión necesaria sería del orden de 2800 miles de US \$.

#### Premisas.

- Clientes con Pre-Contrato de Suministro, en el caso de la pesquera Hayduck (3,50 MW) y la pesquera Tasa (2,3 MW).
- Optimizar la Reducción de Pérdidas Técnicas en la transmisión secundaria

#### Resumen de la Demanda clientes Sector pesquero para la Segunda etapa.

La demanda de energía y potencia que los clientes y/o futuros clientes requieren inmediatamente se indica en **cuadro 1.4** Resumen de demanda:

**Cuadro 1.4: Resumen de la Demanda Malabrigo**

Item	Plantas Pesqueras	Demanda máxima proyectada (kW)				Observaciones
		Actual - Marzo	Mayo 2004	Año 2005	Año >> 2005	
1	Piangesa	990	990	990	1600	Ampliacion carga
2	Alexandra	990	990	990	1600	Ampliacion carga
3	Harinas Especiales	440	440	440	1200	Ampliacion carga
4	Exalmar	150	150	150	1400	Cliente Egenor en servicio
5	Hayduk (*)		2000	1500	3500	Acometida en ejecución
6	Sipesa (**)			3000	3000	Autogeneración Total
7	TASA (**)			1000	2300	Precontrato
8	Pacifico Centro				1000	Planta en Construcción
9	Resto del Mercado	400	400	450	600	Crecimiento del mercado
Demanda total (kW)		2970	4970	8520	16200	
Factor Simultaneidad		0,85	0,85	0,85	0,85	
<b>Demanda Máxima (kW)</b>		<b>2.525</b>	<b>4.225</b>	<b>7.242</b>	<b>13.770</b>	

\* Hayduk esta por ingresar en servicio inicialmente con 2,000 kW.

\*\* Con solicitud factibilidad de suministro

#### Ampliación Zona de Concesión.

Nuestros clientes de la industria de la pesca están ubicados dentro del área de concesión, pero el sistema de transmisión secundaria actual (2004) no garantiza el transporte de energía. El caso de inversiones en media tensión los alimentadores tienen características de sistema de utilización, por lo tanto estas inversiones pueden ser financiadas por los mismos clientes.

#### Estrategia de Desarrollo

Implementación del proyecto por etapas, de acuerdo al crecimiento de la demanda, postergando inversiones para una segunda etapa.

- Cubrir la demanda con nuestro sistema existente en 34,5 kV
- De acuerdo a la consolidación de la demanda, se puede implementar el sistema en 60 kV, desde Pacasmayo.

### **Indicadores Económicos para el presupuesto de Inversión.**

En el flujo de potencia se ha considerado los clientes con ventas con precontrato de suministro de energía, que en este caso son Hayduck (3,5 MW) y Tasa (2,3 MW).

La evaluación económica del proyecto para la I etapa se ha considerado que en el ejercicio 2005, se invertirá US\$ 984 miles, y con la inversión acumulada en la Primera y Segunda Etapa (US\$ 1,138 miles) los indicadores económicos se resumen en el **cuadro 1.5**, que se muestra a continuación:

**Cuadro 1.5: Indicadores Económicos**

	Unidad de Medida	Resultados
<b>VAN</b>	Miles US \$	<b>929</b>
<b>TIR</b>	%	<b>26%</b>
<b>Beneficio/costo</b>		<b>1,1</b>
<b>Pay Back</b>	Años	<b>4,3</b>
<b>Inversion</b>	Miles US \$	<b>984</b>
<b>Tasa descuento</b>	%	<b>12%</b>

### **1.4 Eje de Desarrollo Cajabamba.**

El Proyecto de la línea de transmisión secundaria en 60 Kv desde la Subestación Santa Mónica (Cajabamba) hasta la subestación de La Morena (Pataz); ha sido concebido con el propósito de suministrar energía eléctrica en forma permanente y confiable a la Compañía Minera PODEROSA S.A. (CMPSA), ubicada en el distrito y provincia de Pataz del departamento de La Libertad.

De acuerdo al convenio con Minera Yanacocha, la Línea de Transmisión 60KV Guadalupe – Cajamarca, tiene como prioridad atender a la Minera Yanacocha, cuando tengan contingencias en la línea en 220 kV SET Trujillo Norte a SET Cajamarca Norte, para este evento Minera Poderosa ha **aceptado el corte del suministro** en el momento de la contingencia. Precisamos que estas contingencias son dos a tres veces en el año.

### **Implementación del proyecto.**

Para la Implementación del Sistema se requiere:

- Línea de Transmisión Secundaria 60 kV Cajabamba – Morena, de longitud 49,24 Km. de una terna, con estructuras metálica tipo celosía, calibre AAAC 120 mm<sup>2</sup>
- Ampliación Subestación Santa Mónica (Cajabamba), con un sistema de barras simple en 60 Kv., 01 Módulo de llegada para la Línea 60Kv. Cajamarca Cajabamba; 01 bahía de salida para la Línea 60 Kv. Cajabamba - Morena, equipamiento de los paneles de control, medición, mando, protección, señalización y alarmas.
- Nueva Subestación Morena (Pataz), de 60/25/10 Kv. 7/9 MVA, ONAN/ ONAF, Sala de control, medición, mando, protección, señalización y alarmas.

En la **fig. 1.4** “Diagrama Unifilar Cajabamba - La Morena”, se muestra el esquema eléctrico del eje de desarrollo Cajabamba (Ver Anexo N° 1). El costo de la inversión para el proyecto, se estima en US \$ 3.200 (Tres Millones Doscientos Mil Dólares Americanos) financiado por Minera la Poderosa S.A para uso exclusivo. La Minera ejecuta el proyecto con la empresa ABB.

#### **Premisas.**

- Suscribir con Minera La Poderosa el convenio de interconexión, **facilitando** la instalación de la bahía salida en la SET de la Mónica en Cajabamba, de propiedad de Hidrandina S.A
- Implementar la bahía de salida en 60 kV en la SET de Cajamarca Norte, de propiedad de CONEHUA (Concesión de transmisión para el Suministro de Energía a Minera Yanacocha)
- Concluir con la interconexión en 60 kV con la SET Cajamarca Norte, reubicando 5 Km. de línea. En la **fig. 1.5** “Esquema Unifilar Cajamarca Norte”, se muestra el proyecto que permitirá atender la creciente demanda de la Mina la Poderosa.

#### **Resumen de la Demanda.**

La demanda de energía y potencia que los clientes de la Minera La Poderosa se muestra en el **Cuadro 1.7** “Demanda Minera la Poderosa”:

Cuadro 1.7: Demanda Minera la Poderosa

Año	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Maxima Demanda KW	2831	3457	3457	4316	5184	5612	6043

### **Ampliación Zona de Concesión**

El trámite de Ampliación de la Concesión para Hidrandina S.A, **no es necesario**, corresponde a Minera La Poderosa solicitar la concesión de transmisión

### **Estrategia de Desarrollo**

- Fidelizar al cliente otorgándole **valor agregado** a su inversión
- Convenio de Interconexión en 60 kV en la SET Cajamarca Norte, con Minera Yanacocha, CONHEUA para garantizar crecimiento de la Minera Poderosa.
- Convenio de Interconexión en 60 kV en la SET Cajabamba, otorgándole facilidades de construcción en nuestra SET de Cajabamba.
- Contrato de Mantenimiento a su Sistema en 60 kV en la Línea.
- Interconexión de su Central Hidroeléctrica de 1,5 MW a nuestro Sistema.

### **1.5 Eje de Desarrollo de Conchucos**

La máxima demanda de las compañías mineras Comarsa y San Simón esta creciendo y se estima que en los próximos años la demanda supere los 5,0 MW, por lo que no se podrá seguir atendiendo desde el actual punto de alimentación en 22,9 kV

La demanda actual de la mineras de Comarsa y San Simón es de 1,8 MW, potencia máxima que nuestro Alimentador en Media Tensión (AMT), puede atender, considerando que AMT esta conectado mas de 25 localidades de la Provincia de Santiago de Chuco. La compañía minera COMARSA, tiene solicitado ampliar su demanda a 3,0 MW, para tal efecto ha desarrollado el proyecto en 22,9 KV desde la subestación de Pallasca de 7 MVA, 66/22,9/13,2 kV.

#### **Implementación del Proyecto.**

- Implementar nuevo alimentador en 22,9 Kv SET Pallasca – Compañía Minera COMARSA, longitud de 28 Km. con postes de madera tratada, conductor 120 mm<sup>2</sup> AAAC.
- Instalación de una celda 22,9 Kv en la SET Pallasca, con equipos de medición, protección y maniobra.
- Ampliación de la Subestación en las instalaciones minera de COMARSA de 22,9/0,4 kV, 2 x 3 MVA

En la **fig. 1.6** “Esquema Unifilar Pallasca - COMARSA”, se muestra el esquema eléctrico del eje de desarrollo Conchudos (Ver Anexo 1). El costo de la inversión para el proyecto, se estima en 945 mil US \$, con financiamiento de terceros para uso



exclusivo y de acuerdo a la Norma 018 DGE/MEM, el alimentador en media tensión será construido como sistema de utilización.

### Resumen de la Demanda.

La demanda de energía y potencia que los clientes de la Minera COMARSA se muestra en el Cuadro 1.8 “Proyección de la demanda”.

**Cuadro 1.8:** Proyección de la Demanda

Año	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Maxima Demanda KW	1500	1800	3000	3600	4320	5184	5200

### Ampliación Zona de Concesión

El trámite de Ampliación de la Concesión para Hidrandina S.A, **no es necesario**, corresponde a Minera COMARSA solicitar la concesión de transmisión en MT.

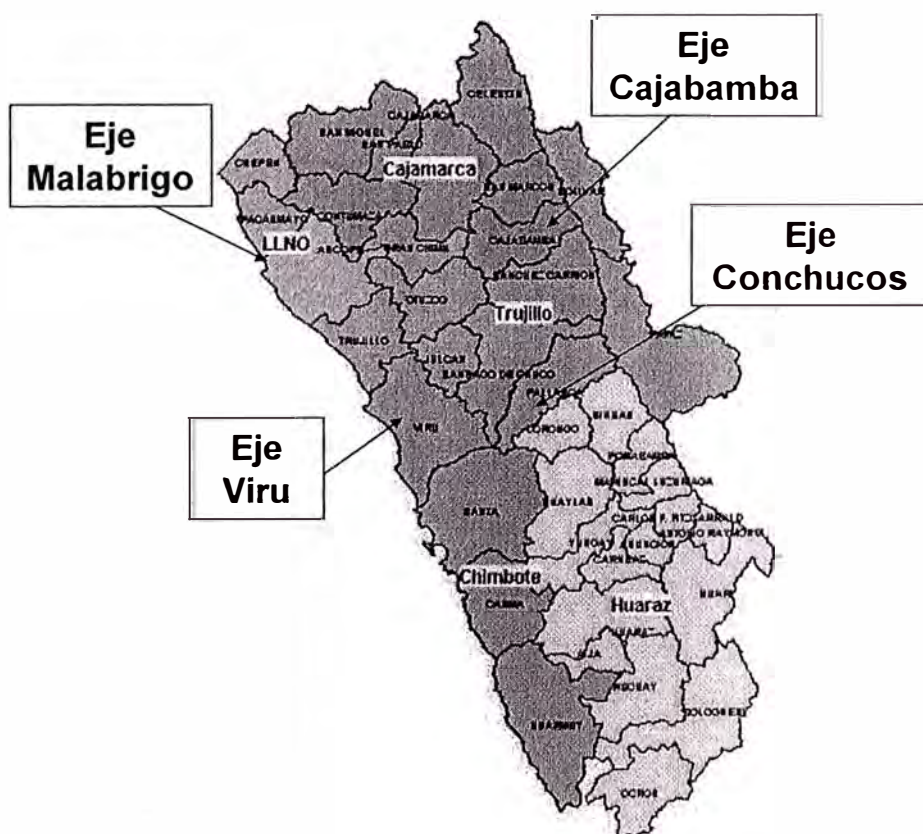
### Estrategia de Desarrollo

- Contrato de Mantenimiento del sistema en 22,9 kV con Minera COMARSA.
- Mejorar la transmisión secundaria 60 kV Huallanca- La Pampa – Pallasca.

### 1.6 Ubicación Geográfica de los Ejes de Desarrollo.

En la fig. 1.7, se muestra un plano de ubicación de los cuatro ejes de desarrollo mostrados en capítulo I, dos de ellos están ubicados dentro del área de concesión de Hidrandina S.A y dos están ubicados en el ámbito geográfico de la Empresa.

**Fig. 1.7:** Ubicación Ejes de Desarrollo Ámbito Hidrandina S.A



## **CAPITULO II**

### **IMPLEMENTACION EJE DE DESARROLLO VIRU**

#### **2.1 Antecedentes**

La línea de transmisión en 138 kV cuyo trazo y/o recorrido cubre el tramo desde la Subestación de Chimbote 2 (Ancash) hasta la subestación Trujillo Sur (La libertad) cubriendo una distancia de 122 Km., fue concebida y ejecutada por la ex Corporación Peruana del Santa en el **año 1964** y tenía como finalidad transmitir el superavit, de aquella época, de la energía generada en la Central Hidroeléctrica del Cañón del Pato para satisfacer la demanda que requería la Ciudad de Trujillo y otros centros poblados; La línea tenía una derivación en **“T” simple** en la localidad de **Virú**, alimentando la Subestación de Virú de 2 MVA, 138/10 kV.

En el año 1974, ELECTROPERU S.A, asume la responsabilidad del subsector eléctrico y en el **año 1984** se dispuso la entrega por parte de ELECTROPERU S.A a la empresa HIDRANDINA S.A, la Subestación Chimbote 2 , la línea de transmisión 138 kV Chimbote 2 – Virú – Trujillo Sur, y las Subestaciones de Virú y Trujillo Sur.

Mediante Resolución Suprema N° 069-96 del 23/08/96 fue otorgada a HIDRANDINA S.A la concesión definitiva de la Línea Chimbote 2- Trujillo Sur; Así mismo por R.M. 225-97 –EM/DGE se impone la servidumbre de electroducto de la línea de transmisión Chimbote 2 - Trujillo Sur, en vía de regularización, a favor de HIDRANDINA S.A.

En el año 1993, el proyecto especial de Chavimochic (PECH) construye la Central hidroeléctrica de San José de 7,5 MW, así mismo ejecuta la línea en 34,5 kV C.H. San José – Virú – Chao. En la Subestación de Virú de propiedad de Hidrandina S.A, el PECH construye la SET de 34,5/10 kV, 5 MVA, y se interconecta al sistema de Hidrandina S.A en la barra de 10 kV de la SET Virú de 138/10 kV, 7MVA. En la **fig. 2.1** se muestra el esquema unifilar de la interconexión, pero como sistema aislado.

El Directorio de HIDRANDINA S.A, mediante acuerdo de Directorio N° 772 DM del **3/11/95** dispuso el desmantelamiento de la línea en el tramo SET Virú - SET Santa, quedando activo los primeros 7 Km. de la línea en 138 kV (Chimbote 2 – SET Santa).

Posteriormente en el **año 1997**, se procedió a desactivar la línea en 138 kV, en el tramo SET Virú – SET Trujillo Sur, procediéndose a retirar las torres, conductores y aisladores. El valle de Virú, desde el **año 1997**, es atendido solo desde la central hidroeléctrica de San José de propiedad del PECH.

## **2.2 Plan de Cierre Línea de Transmisión 138 kV**

Dentro del marco legal de la ley de concesiones eléctricas y en concordancia con el Decreto Supremo N° 029 -94 EM Reglamento para la protección Ambiental en las actividades eléctricas, Hidrandina S.A. encarga a la Consultora SGS, elaborar el Plan de cierre de la Línea de Transmisión 138 kV SET Santa - SET Virú – SET Trujillo Sur. El plan de cierre fue aprobado por resolución N° 269 -2002 – EM/DGAA, con los alcances y objetivos siguientes:

- Plan de Abandono temporal para el tramo SET Virú – Trujillo Sur
- Plan de Abandono definitivo para el tramo SET Virú – SET Santa

El abandono temporal del tramo SET Virú – Trujillo Sur, es conveniente para HIDRANDINA S.A, considerando que en el mediano plazo se ha previsto construir una nueva línea Trujillo Virú, para atender la demanda del sector agroindustrial del Valle de Virú y Chao.

La nueva línea Trujillo Virú tendrá como ruta, el mismo trazo de la antigua línea 138 kV Chimbote 2 - Virú - Trujillo Sur, es una de las razones por la que Hidrandina S.A solicitó a la DGE del MEM el abandono temporal del tramo Virú – Trujillo Sur.

El plan de cierre de la Línea 138 kV no se hizo efectiva, considerando que de acuerdo a los procedimientos administrativos la empresa Hidrandina S.A previamente debió renunciar la concesión otorgada para la operación de la línea en 138 kV

## **2.3 Descripción del Sistema Eléctrico de Virú**

### **Sistema Eléctrico Existente.**

Desde el año 1997, el sistema de Virú ha operado como sistema aislado, la fuente de energía es la Central Hidroeléctrica de San José, de propiedad del Proyecto Especial de Chavimochic (PECH). En la Central Hidroeléctrica de San José, están instaladas tres turbinas de 2,5 MW cada una, desde esta Central es atendida Virú y Chao.

El sistema eléctrico de Virú está en el área de concesión de Hidrandina S.A pero las localidades de Chao se atienden directamente desde el Proyecto Especial de Chavimochic (PECH)



El PECH, tiene un contrato de Suministro de energía con Hidrandina S.A por 2,3 MW con **tarifas de sistema aislado**, e Hidrandina S.A factura a sus clientes con tarifas de sistema Interconectado, estatus que mantienen los clientes del sistema de Virú desde el año 1997, señalándose que la tarifa para un sistema aislado es mayor que para un sistema interconectado. Las pérdidas mensuales por facturación para Hidrandina S.A son del orden de 12 mil dólares.

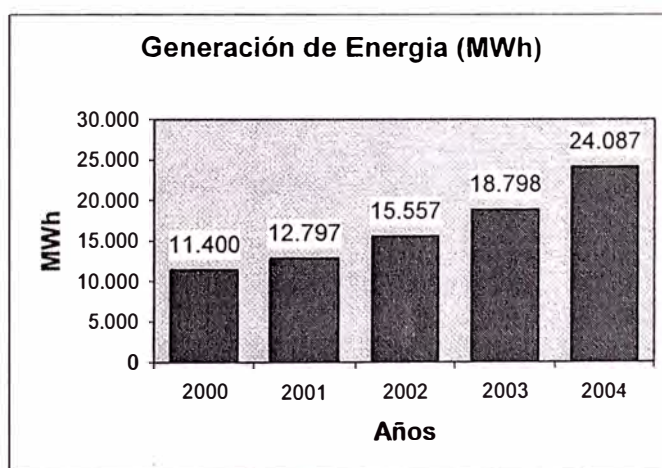
En últimos meses del año 2004, la demanda máxima consumida por Hidrandina S.A es del orden de 2,8 MW; el PECH no ha atendido la ampliación solicitada a 3 MW desde el año 2003, generando pérdidas por excesos de potencia. Las razones que ha expuesto el PECH para no atender la ampliación de potencia son:

- La Central solo trabaja o genera con dos turbinas y por eficiencia de la central genera la máxima potencia 4,9 MW.
- Una de la Turbinas de 2,5 MW esta en reparación por el deterioro rápido de las paletas, la central no tiene un desarenador diseñado adecuadamente.
- No puede Generar con las tres turbinas, porque aguas turbinadas hacen que se eleve el nivel de agua en la capa freática en la zona baja del valle de Virú. No esta canalizado el retiro de las aguas turbinadas.

La producción de la energía eléctrica de la central de Virú se muestra en **cuadro 2.1**:

**Cuadro 2.1: Producción Energía Eléctrica PECH**

Año	Energía (MWh)	Potencia MW
2000	11.400	2,5
2001	12.797	2,8
2002	15.557	3,1
2003	18.798	3,8
2004	24.087	4,2



Hidrandina S.A, tiene limitaciones para atender a los clientes agroindustriales de la zona de Virú, por lo que es necesario implementar la primera etapa del proyecto Trujillo Virú.

### **Sistema Eléctrico Primera Etapa Proyecto**

Hidrandina S.A para que el sistema de Virú retorne como sistema interconectado en esta primera etapa y atienda las solicitudes de suministro a los Clientes Agroindustriales del valle de Virú, ha visto por Conveniente implementar la primera etapa del proyecto, considerando además como estratégico el eje de desarrollo Virú.

Diseñar e implementar la línea en 60 kV Trujillo Sur – Virú, (operación inicial en 34,5 kV) en la misma ruta y franja de servidumbre de la antigua línea en 138 kV Chimbotel – Virú – Trujillo Sur.

Con el transformador existente de 5/6,5 MVA de 10/34,5 kV (retirado de la SET de Malabrigo) e instalado en la subestación en Trujillo Sur se debe implementar la salida en 34,5 kV en la SET de Trujillo Sur y en la SET de Virú (Instalaciones del PECH), se debe instalar el módulo de llegada en 34,5 kV.

Dada la urgencia de atención de suministro de energía al Sector Agro Industrial y tendiendo conocimiento que la Central de San José ya no puede atender la mayor demanda que Hidrandina S.A se ha previsto la ejecución de la primera etapa en el ejercicio presupuestal del año 2004.

#### **Sistema Eléctrico Segunda Etapa Proyecto.**

Hidrandina S.A. en el año 2005 va adquirir un transformador de 138/60/10 kV, 50/20/30 MVA ONAN, 60/25/35 MVA ONAF, para sustituir el transformadores de 138/10 kV, 25/30 MVA en la SET Trujillo Sur. El transformador ha ser sustituido tiene mas de 40 años de operación, esta deteriorado el regulador automático de tensión, presenta calentamiento en el Bushing de 10 KV; alimenta la Barra B (13 alimentadores en media tensión) en Trujillo Sur.

En el primer semestre del año 2006, esta previsto concluir el montaje del nuevo transformador de 138/60/10 kV, 50/20/30 MVA en el patio sur. Con la ejecución del proyecto se tiene garantizada la tensión de salida en 60 kV para el proyecto Trujillo – Virú, estaría pendiente implementar la bahía de salida en 60 kV.

Hidrandina S.A, ha previsto que para el año 2006 el desarrollo del proyecto de la Subestación de Virú de 60/22,9/10 kV de 20/8/12 MVA, proyecto que será ejecutado en los próximos años (2008/2009).

#### **2.4 Sector Agroindustrial del Valle de Virú.**

La irrigación de CHAVIMOCHIC incorpora al agro 66,075 Ha. de tierras nuevas en los valles de Chao, Virú, Moche y Chicama. Se han transferido en venta al sector privado 39,869 Ha, en los tres primeros valles (35,179 Ha por subasta Pública y 4,689

por venta directa), quedan por vender 25,726 Ha, que incluye las áreas del valle de Chicama. (III etapa). En junio del año 2004, fueron subastados 9,179.69 Ha, quedando 25,726.38 Ha. En cuadro 2.2 se muestra las ventas de tierra al sector agroindustrial:

**Cuadro 2.2: Tierras Nuevas Proyecto Chavimochic**

Etapas	Area Totales	Areas transferidas	Por transferir	Posterior Procesos
<b>1ra y 2da etapa</b>	<b>74.928</b>	<b>39.869</b>	<b>6.796</b>	<b>6.796</b>
Area de Mejoramiento	28.263			
Areas Nuevas (*)	46.665	39.869	6.796	6.796
<b>3ra etapa</b>	<b>69.457</b>	<b>479</b>	<b>18.930</b>	<b>18.930</b>
Area de Mejoramiento	50.047			
Areas Nuevas (*)	19.410	479	18.930	18.930
<b>Totales</b>	<b>144.385</b>	<b>40.348</b>	<b>25.726</b>	<b>25.726</b>

(\*) Transferidas en Subasta Pública

CHAVIMOCHIC, es el más importante polo de desarrollo agro exportador del Perú, en el año 2004 tiene sembradas alrededor de **9,120 Ha**, que generaron exportación de 151 millones dólares, permite un acumulado de **603 millones de US\$** desde el año 1995.

Las empresas agroindustriales están en pleno proceso de preparación de las tierras para el cultivo y a diciembre del 2004 han cultivado el 23% de tierras transferidas en subasta pública, pero el PECH tiene el compromiso de garantizar el suministro eléctrico, premisa que **no puede cumplir a través de la Central Hidroeléctrica de San José**.

La ejecución de las obras de irrigación CHAVIMOCHIC ha demandado una inversión aproximada de 900 millones de dólares, financiados con recursos del tesoro público y endeudamiento externo. Las principales empresas agroindustriales, ubicadas en el ámbito del PECH, cuya exportación acumulada al 2004, en miles de dólares FOB, mostramos en **cuadro 2.3**.

**Cuadro 2.3: Empresas Agroindustriales exportación en miles US\$ FOB**

Empresas	1995/99	2000	2001	2002	2003	2004	Total
Damper	45917	11976	12184	13928	17788	24473	126.266
Soconsa	33629						33.629
Sociedad Agrícola Virú	44205	13452	13290	20325	31736	38407	161.416
Tal S.A	20338	8210	7401	8894	8868	8736	62.448
Agroindustrial Josymar	13546	2824	3663	3544	3180	4657	31.415
Empresa Laredo					2246	3514	5.759
Camposol (*)		8482	19548	29693	46188	62020	165.931
Green Peru				491	856	3123	4.470
Agrícola BPM				305	372	302	979
Morava SAC					706	2226	2.932
Agrodoral					5047	3696	8.743
<b>Totales Exportado(miles \$)</b>	<b>157634</b>	<b>44944</b>	<b>56087</b>	<b>77180</b>	<b>116988</b>	<b>151154</b>	<b>603.986</b>

(\*) Exportación desde el 2000

Fuente: PECH

En la subasta del año 2005, se han incorporado las empresas agroindustriales Grupo El Rocio, Agrícola Alpamayo, Compañía Minera San Simón, Inversiones Agrícolas del Norte SAC y Empresa VIBUVISA; estas empresas han asumido el compromiso de inversión en el periodo 2005/2006, la suma de 26,98 millones de dólares US\$; por lo tanto requieren energía para el desarrollo de la agroindustria.

## **2.5 Alternativas para implementar el Eje Desarrollo Virú.**

Se evaluaron dos alternativas de implementación del eje de desarrollo Virú, las mismas que se asociaron a la inversión y su retorno, con el mercado que debe incorporarse al sistema que Hidrandina S.A en el Valle de Virú.

### **Alternativa I: Sistema en 60 kV desde la Etapa inicial.**

El tema en esta alternativa, tiene riesgo en la etapa de crecimiento de demanda estimada en 15 MW, porque aún no esta consolidada, requiere que el sector agroindustrial se desarrolle al mediano plazo. No hay precontratos de venta de energía al corto plazo, todas garantizaban al mediano plazo.

Inversiones necesarias para el sistema en 60 kV, se muestra en el cuadro 2.4

**Cuadro 2.4: Inversiones estimadas sistema en 60 kV**

Item	Denominación		Dolares US\$	
1	Linea 60 kV Trujillo Sur Viru	45 km	1.800.000	1.800.000
2	Bahia en 60 kV salida Patio Sur	1 cjto	380.000	960.000
3	Obras civiles SET		70.000	
4	Transformador 10/60 kV 25 MVA (*)		510.000	
<b>SET VIRU</b>				<b>1.370.000</b>
5	Bahia en 60 kV SET Viru	1 cjto	400.000	
6	Transformador 60/22.9/10 kV 20 MVA	1 cjto	600.000	
7	Celdas 22.9/10 kV y serv. Auxiliares	7 cjto	250.000	
8	Obras civiles SET	1 cjto	120.000	
<b>Total Inversión</b>				<b>4.130.000</b>

(\*) Alternativa inmediata para salida en 60 kV; sin asociación de inversiones.

### **Alternativa II: Ejecución por Etapas con mercado consolidado.**

La incertidumbre y las inversiones adicionales para captación inmediata de clientes en le valle de Virú y con la premisa de ejecutar la obra con clientes que tomen carga del sistema, se vio por conveniente evaluar la alternativa de implementar el sistema 60 kV progresivamente, operando el sistema con las instalaciones existentes en 34,5 kV, para tal efecto se debe considerar lo siguiente:

- Sistema en 34,5 kV de SET Virú de propiedad del PECH, solo atiende a Hidrandina S.A.
- Transformador de 5/6.5 MVA, 10/34,5 kV disponible

- Patio o bahía 34,5 kV en el patio Sur, luego de la operación temporal se utilizará para mejorar la confiabilidad la SET de salida para Salaverry y Moche
- Inversiones necesarias para el sistema en 60 kV con operación en inicial en 34,5 kV, se muestra en el **cuadro 2.5**

**Cuadro 2.5: Inversiones estimadas sistema 60 kV operación en 34,5 kV**

Item	Denominación		Dolares US\$	
1	Linea 60 kV Trujillo Sur Viru	45 km	1.860.000	1.860.000
2	Bahia en 34.5 kV salida Patio Sur	1 cjto	135.000	180.000
4	Obras civiles SET	1 cjto	45.000	
	<b>SET VIRU</b>			160.000
5	Bahia en 34.5 kV SET Viru	1 cjto	130.000	
8	Obras civiles SET	1 cjto	30.000	
<b>Total Inversión</b>				<b>2.200.000</b>

Lo importante en esta alternativa es postergar la inversión por 3 a 4 años, hasta que el mercado se consolide.



### CAPITULO III EVALUACION TECNICO ECONOMICO INTERCONEXION VIRU

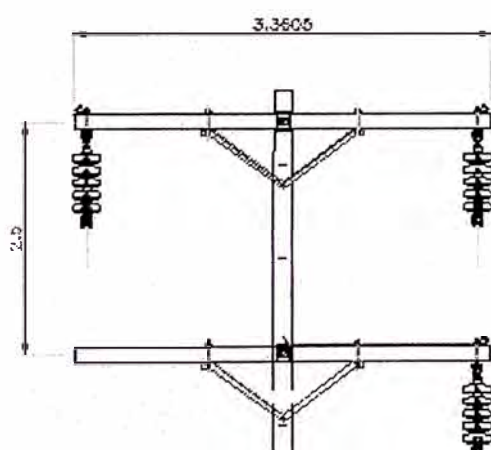
#### 3.1 Flujos de Potencia línea de transmisión secundaria 60 kV y 34,5 kV.

El propósito de los flujos de potencia es determinar la operación inicial de la línea en 34,5 kV, de tal forma que garantice un crecimiento de la demanda en Virú en los primeros años de la ejecución de la línea en 60 kV, considerando que la demanda de Virú de 20 MW es potencial y solo se puede garantizar de 3 a 6 MW, en los primeros años (2005/2006).

Los Cálculos del Flujo de Potencia se han realizado con el Programa Win Fdc, versión 2.01, cuya licencia fue adquirida a la empresa COVIEM.

La configuración preponderante de la línea es triangular se muestra en fig. 3.1, la línea será con soportes de madera de 18 metros. Es importante señalar que se ha **descartado el uso de Estructuras de Celosía**, no son los adecuados para la zona por el alto grado de corrosión.

**Fig. 3.1: Configuración Línea**



ETECEN y/o REP, en la zona Chimbote Trujillo ha instalado soportes de madera Pino Oregon en las líneas (ambas ternas) en 220 kV, con resultados satisfactorios. Nuestra experiencia demuestra que nuestra anterior línea en 138 kV Chimbote 1 – Trujillo Sur las estructuras de celosía se deterioraron por la corrosión y su alto costo de mantenimiento y

reposición precipitó el abandono de la línea.

Las secciones del conductor para el análisis son de 185 y 240 mm<sup>2</sup>, de aleación de aluminio, los Flujos de potencia al detalle se muestran en el **Anexo N° 02: Flujos de**

Potencia, se ha desarrollado en el caso mas desfavorable para el sistema (Central San José de propiedad del PECH este fuera de servicio) y bajo el siguiente esquema:

- Conductor 185 mm<sup>2</sup>; Potencia 1, 2 ,3, 4, 5, 6,7 y 8 MW; tensión 34,5 kV
- Conductor 185 mm<sup>2</sup>; Potencia 1, 2 ,3, 4, 5, 6,7,9,10,11,12,13,14 y 15 MW; tensión 60 kV
- Conductor 240 mm<sup>2</sup>; Potencia 1, 2 ,3, 4, 5, 6,7 y 8 MW; tensión 34,5 kV
- Conductor 240 mm<sup>2</sup>; Potencia 1, 2 ,3, 4, 5, 6,7,8,9,10,11,12,13,14 y 15 MW; tensión 60 kV

En esta parte se resumen los resultados, para el caso más desfavorable, es decir para la tensión de 34,5 kV.

#### **Caso: conductor AAAC 185 mm<sup>2</sup>**

Como resultados de los cálculos de flujo de potencia se resume en el **cuadro 3.1: Resumen Flujo de Potencia 185 mm<sup>2</sup>**; precisando que el cálculo se ha realizado en el escenario más desfavorable, es decir si la PECH no estaría operativa y la línea alimentaría al sistema de Virú, los resultados se indican a continuación:

**Cuadro 3.1: Resumen flujo de potencia 185 mm<sup>2</sup>**

Potencia activa P (MW)			
P. Envío	P. Recepción	Pérdida	% perdida
2,697	2,625	0,072	2,66
3,306	3,203	0,103	3,10
4,160	4,002	0,158	3,7
5,938	5,622	0,316	5,3
6,828	6,403	0,425	6,2

Se concluye que en la operación inicial a 34,5 kV con el conductor de 185 mm<sup>2</sup>, solo puede operar adecuadamente para una demanda máxima de 3,3 MW (Segundo año de operación), siendo necesario a partir de entonces el cambio de nivel de tensión de línea a 60 kV.

#### **Caso: Conductor de AAAC 240 mm<sup>2</sup>**

Los resultados de los cálculos de flujo de potencia para el conductor de 240 mm<sup>2</sup> se muestran en el **cuadro 3.2: Resumen Flujo de Potencia 240 mm<sup>2</sup>**, y los cálculos se

ha realizado en la misma condición mas desfavorable, es decir la central fuera de servicio y el sistema debe ser atendido por la línea Trujillo Virú. También se ha realizado el cálculo con la tensión de 34,5 kV, como el caso más desfavorable.

**Cuadro 3.2: Resumen Flujo de Potencia 240 mm<sup>2</sup>**

Potencia activa P (MW)			
P envío	P recepción	Pérdida	% perdida
2.679	2.623	0.057	2,12
2.753	2.693	0.06	2,17
4.121	3.997	0.124	3
4.878	4.703	0.176	3,6
4.977	4.794	0.183	3,67

Se concluye que en operación inicial en 34,5 kV puede operar adecuadamente con una demanda máxima de 4.9 MW, siendo necesario recomendable a partir de entonces el cambio de nivel de tensión de línea a 60 kV

Por otra parte, considerando que la línea debe estar proyectado para una operación en 60 kV, es necesario evaluar el caso de que el conductor puede resultar sobredimensionado en este nivel de tensión, para tal efecto se ha desarrollado el análisis técnico económico que permita seleccionar la sección mas optima.

#### **Justificación del calibre del conductor.**

Para este efecto se han planteado dos escenarios de análisis

#### **Escenario 1:**

Considerando que toda la demanda se cubre a través de la nueva línea y considerando las pérdidas de la línea

#### **Escenario 2:**

Considerando que parte de la demanda se cubre con energía proveniente de la Central Hidroeléctrica de San José de propiedad del PECH(Compra) y procurando mantener las perdidas dentro de los estándares para operación en 34,5 kV.

Para cada calibre de conductor (185 y 240 mm<sup>2</sup>) planteado se han desarrollado los cálculos de flujo de potencia y se ha determinado las pérdidas en el nivel de tensión



34,5 y 60 kV, con valores de potencia a transmitir. Los resultados se presentan en el cuadro el **cuadro 3.3: Resumen de pérdidas por nivel de tensión.**

### Cuadro 3.3: Resumen de pérdidas por nivel de tensión

#### Tensión de Cálculo 34,5 kV

Conductor AAAC185 mm2

Potencia (MW)	% Perdidas	% Caída Tensión	Obs.
1	0.89	1.50	
2	1.90	3.40	
3	3.09	5.30	
4	3.40	3.60	tap 10%
5	4.39	1.70	tap 10%
6	5.40	0.20	tap 10%
7	6.50	2.30	tap 10%
8	7.75	4.50	tap 10%

Conductor AAAC 240 mm2

Potencia (MW)	% Perdidas	% Caída Tensión	Obs.
1	0.69	1.30	
2	1.50	3.00	
3	2.40	4.60	
4	2.90	1.00	tap 5%
5	3.80	2.70	tap 5%
6	4.70	4.60	tap 5%
7	5.07	0.80	tap 10%
8	5.96	2.70	tap 10%

#### Tensión de Cálculo 60 kV

Conductor AAAC 185 mm2

Potencia (MW)	% Perdidas	% Caída Tensión	Obs.
1	0.29	0.40	
2	0.59	1.00	
3	0.92	1.50	
4	1.26	2.10	
5	1.60	2.70	
6	1.90	3.30	
7	2.30	3.90	
8	2.60	4.50	
9	2.70	0.00	Tap 5%
10	3.06	0.50	Tap 5%
11	3.40	1.10	Tap 5%
12	3.70	1.70	Tap 5%
13	4.10	2.40	Tap 5%
14	4.47	3.00	Tap 5%
15	4.85	3.70	Tap 5%

Conductor AAAC 240 mm2

Potencia (MW)	% Perdidas	% Caída Tensión	Obs.
1	0.19	0.30	
2	0.45	0.80	
3	0.70	1.30	
4	0.96	1.80	
5	1.20	2.40	
6	1.50	2.90	
7	1.80	3.50	
8	2.00	4.00	
9	2.36	4.60	
10	2.60	5.20	
11	2.65	0.40	Tap 5%
12	2.90	1.00	Tap 5%
13	3.20	1.50	Tap 5%
14	3.50	2.10	Tap 5%
15	3.70	2.70	Tap 5%

De los resultados mostrados se puede concluir que el conductor mas adecuado es el AAAC240 mm2, permite postergar por mayor tiempo la inversión en las subestaciones de 60 kV, manteniendo los niveles de pérdidas dentro del rango permisible.

### **3.2 Demanda de energía con clientes agroindustriales.**

La demanda estimada por la Gerencia Comercial de Hidrandina S.A. para los próximos 3 años, cuyos clientes han solicitado la factibilidad eléctrica para su atención se han presentado en el **cuadro 1.1 en el capítulo I.**

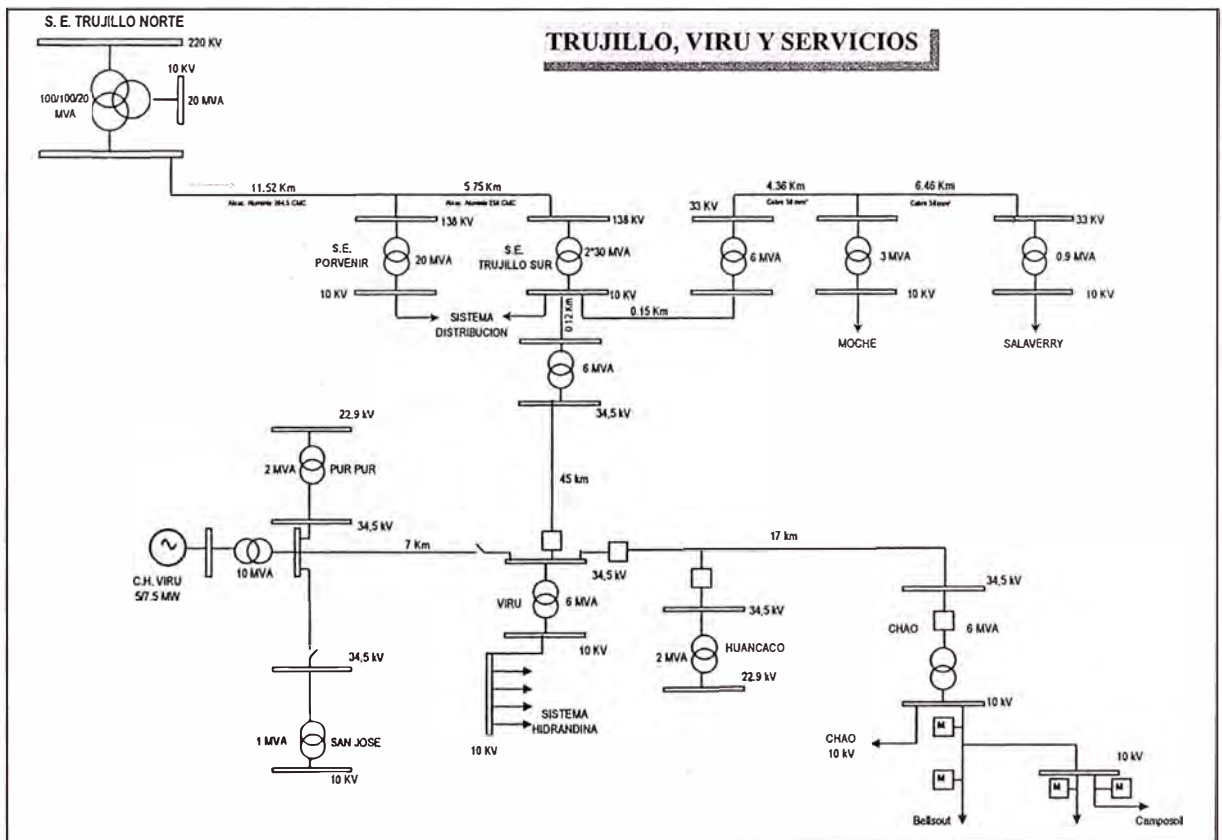
### **3.3 Interconexión con el Proyecto Especial Chavimochic.**

Hasta el año 1997 la central hidroeléctrica de San José de propiedad del Proyecto Especial de Chavimochic (PECH) estuvo conectada al sistema interconectado en media tensión 10 kV en la SET de Virú de 138/10kV, 2 MVA, para tal efecto el PECH

construyo una Subestación de 34,5/10 kV, 6 MVA dentro de las instalaciones de la SET Virú.

El año 1997, Hidrandina S.A decidió desactivar el tramo de línea 138 kV SET Trujillo Sur - SET Virú, procediendo a los retiros definitivos de las torres, aisladores y conductores de la línea; El tramo de línea SET Virú a la SET Santa, fue desactivado en el año 1995. Por lo tanto, el sistema eléctrico de Virú fue atendido desde el año 1997 exclusivamente desde la Central Hidroeléctrica de San José en la SET Virú de 34,5/10 kV, 6 MVA a través de una salida en 10 kV. Esta central fue construido en el año 1992 y desde el año 1997 el sistema eléctrico de Virú, en cuanto a compra de energía se atendió como Sistema Aislado y en venta a los clientes como sistema interconectado, considerando que el sistema eléctrico Virú estaba integrado al sistema eléctrico de Trujillo. En la **Fig. 3.2: Sistema Eléctrico Trujillo Virú y Servicios**, se muestra el esquema final de la primera etapa del proyecto.

**Figura 3.2: Sistema Eléctrico Trujillo, Virú y Servicios**



La propuesta para atender las solicitudes de energía por las empresas agroindustriales en el sistema eléctrico de Virú, en actual desarrollo, es necesaria que el sistema de Virú se vuelva a conectar al sistema Interconectado, tal como estuvo conectada en el año 1997; para la interconexión de la Central San José con el sistema eléctrico Norte

Centro se propone instalar la línea 60 kV SET Trujillo Sur con la SET Virú, que operara en 34,5 kV en su primera etapa e interconectándose con el sistema actual en 34,5 kV del Proyecto Especial de Chavimochic.

Hidrandina S.A cuenta con un transformador elevador de 10/34,5 kV 6/6.5 MVA para ser instalado en la SET Trujillo Sur, en la SET Virú esta instalado un Transformador de 34,5/10 kV, 6 MVA, a través de la cual se atiende a Virú; la interconexión en 34,5 kV garantiza la demanda en la localidad de Chao, lugar donde esta ubicado uno de los mas grandes clientes agroindustriales, la Empresa Camposol

### **3.4 Inversión proyecto Trujillo Virú I etapa.**

Los sustentos del resumen de la inversión se presentan en el capítulo IV, en el rubro de metrado y presupuesto de la Línea de transmisión secundaria en 60 kV y los módulos en 34,5 kV. El resumen general de la inversión es del orden de 2200 miles de dólares y se muestra a continuación.

#### **RESUMEN GENERAL**

DESCRIPCION	Seccion de Obra Dolares USA.		TOTAL GENERAL
	Modulos 34,5 kV	Línea 60 kV	
<b>Resumen General Trujillo Virú I Etapa</b>			
1.0 Suministro de Materiales	190313,98	845254,42	<b>1035568,40</b>
2.0 Transporte	5709,42	42262,72	<b>47972,14</b>
3.0 Montaje Electromecanico	63040,38	224442,50	<b>287482,88</b>
4.0 Obras Civiles	41839,45	52686,66	<b>94526,11</b>
5.0 Gastos Generales Directos	36108,39	139757,56	<b>175865,94</b>
6.0 Gastos Generales Indirectos	24072,26	93171,70	<b>117243,96</b>
7.0 Utilidades	15045,16	58232,31	<b>73277,48</b>
<b>TOTAL COSTO DE OBRA US\$</b>	<b>376129,04</b>	<b>1455807,87</b>	<b>1831936,91</b>
8.0 Estudios de Ingenieria e EIA		39000,00	<b>39000,00</b>
9.0 Servidumbre y Contingencias de Obra	15045,16	248580,79	<b>263625,95</b>
10.0 Supervision y Gastos Administratvos	9403,23	50953,28	<b>60356,50</b>
<b>TOTAL GENERAL PROYECTO US\$</b>	<b>400577,43</b>	<b>1794341,93</b>	<b>2194919,36</b>

### **3.5 Evaluación económica para Financiamiento Proyecto Virú I etapa**

#### **3.5.1 Objetivo.**

La evaluación económica tiene por objetivo determinar la rentabilidad económica del proyecto para la Hidrandina S.A., responsable de la inversión para su ejecución. La evaluación se efectúa desde el punto de vista privado, para los cual el análisis se realiza con flujos de caja descontado y a precios de mercado en el año de la

ejecución. Los indicadores económicos que se calculan para la toma de decisión son:

<b>VAN</b>	Valor Actual Neto
<b>TIR</b>	Tasa Interna de retorno
<b>B/C</b>	Relación de Beneficio/Costo
<b>P/R</b>	Periodo de recuperó en años

Los indicadores se calculan sobre la base del flujo económico anual, pero se considera el flujo marginal del proyecto. **La tasa de descuento es 12%**, tasa recomendada en el sector eléctrico y concordante con la promoción de la inversión que señala la ley de concesiones eléctricas.

Las proyecciones de la demanda de energía se calculan para las condiciones: Sin Proyecto (S/P) y Con Proyecto (C/P), según las cifras correspondientes a cada situación.

### 3.5.2 Datos Históricos Balance de Energía.

Mostramos en el **cuadro 3.5**, el balance de energía de la empresa Hidrandina S.A. en los años 2002, 2003, 2004 y el proyectado para el presupuesto del 2005. Se muestra en esta información, la energía comprada a las diferentes generadoras y la energía producida en los sistemas aislados propios.

#### **Cuadro 3.5: Balance de energía**

**BALANCE DE ENERGÍA**  
Expresado en MWh

CONCEPTO	REAL 2002	REAL 2003	REAL 2004	PPO REF 2005
<b>1. Energía comprada y/o producida</b>	<b>845,834</b>	<b>877,971</b>	<b>919,300</b>	<b>966,571</b>
<b>1.1. De Empresas generadoras</b>	<b>823,676</b>	<b>850,069</b>	<b>888,690</b>	<b>934,560</b>
- COES - SICN.- EGENOR / ELPESA 2	301,501	323,255	385,745	409,835
- COES - SICN.- ELPESA. 1 / DU	354,730	383,518	425,187	481,890
- COES - GENERADORES 3	0	0	0	0
- COES - SICN.- AGUAYTIA / CAHUA (LIBRES)	121,689	116,039	59,883	24,828
- COES - SICN.- PARIAC / CAHUA / CNPacasmayo	36,851	16,478	4,621	0
- OTROS GENERADORES: CHAVIMOCHIC Y ADINELSA	8,905	10,779	13,254	18,008
<b>1.2. Producida en sistemas aislados y/o propios</b>	<b>22,158</b>	<b>27,901</b>	<b>30,610</b>	<b>32,011</b>
- Hidráulica	21,870	25,968	30,304	31,805
- Térmica	288	1,934	306	206
- Eólica	0	0	0	0
<b>2. Pérdidas en transmisión</b>	<b>40,160</b>	<b>39,808</b>	<b>40,611</b>	<b>40,961</b>
<b>% Pérdidas en transmisión (2/1)</b>	<b>4.88%</b>	<b>4.68%</b>	<b>4.57%</b>	<b>4.38%</b>
<b>3. Consumo propio de centrales y SS.EE.Transform.</b>	<b>2,916</b>	<b>2,921</b>	<b>2,964</b>	<b>3,230</b>
<b>4. Energía total disponible: (1-2-3)</b>	<b>802,759</b>	<b>835,241</b>	<b>875,725</b>	<b>922,380</b>



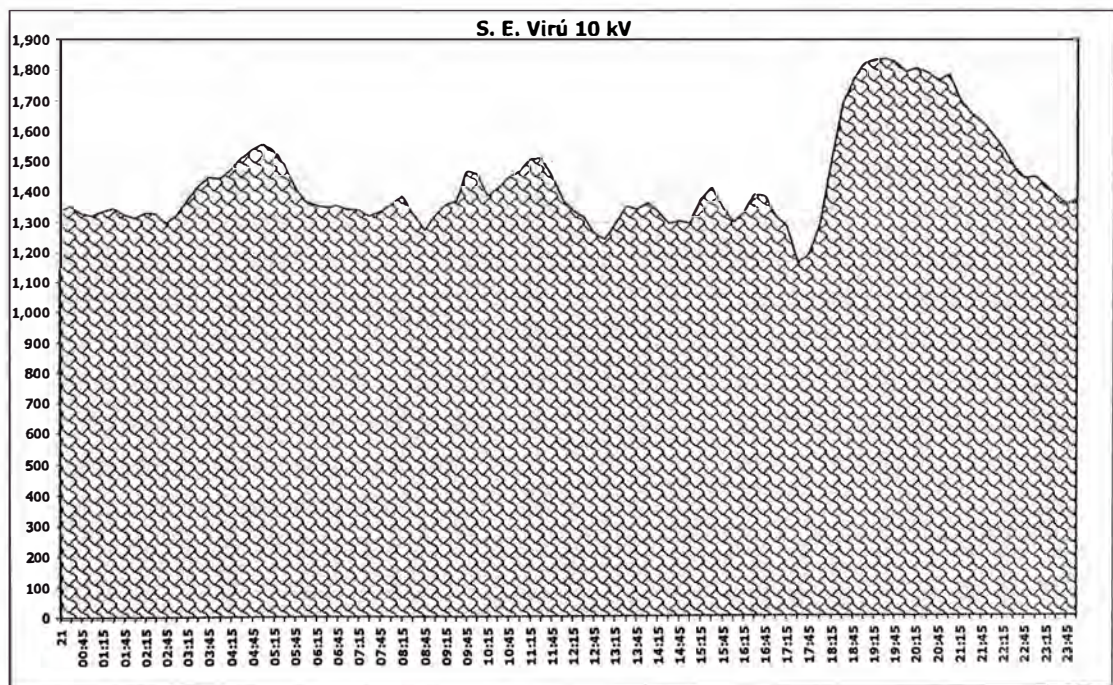
Otra fuente de datos procesados para la zona del proyecto el balance de energía para el sistema aislado de Virú, mostramos un resumen de esta data y se muestra la demanda de energía real de los años 2003 y 2004, así como la demanda máxima de potencia, lectura de los medidores instalados para efectos de facturación en las instalaciones del proyecto especial de Chavimochic. La compra de energía a Chavimochic representa el 1.38 % del total comprado por la empresa (año 2004).

#### BALANCE DE ENERGIA VIRU 2004 (MWH)

SISTEMA ELECTRICO CONCEPTO	TOTAL 2.004	TOTAL 2.003
1. Compra de Energía:	12.658,62	10.116,99
3. Consumo Propio de Centrales y SSEE.	14,54	14,93
4. Energía Total Disponible: (1-2-3)	12.644,08	10.102,05
5. Venta de Energía a Clientes en MAT y AT		
6. Energía Entreg. a Sist. Dist. MT y BT (4-5)	12.644,08	10.102,05
7. Venta de Energía a Clientes en MT y BT:		
7.2. Mercado Regulado	11.250,64	9.227,48
7.2.1. MT	7.436,21	5.675,68
7.2.2. BT	3.814,43	3.551,80
8. Pérdidas de Distribución en MT y BT (5-6)	1.393,44	874,57
10. Ventas Totales	11.250,64	9.227,48
Maxima Demanda (Maximetro)	2.510	1887,2
Horas	8760	8760
Factor de Carga	0,576	0,612

El diagrama de carga típico en la SET de Virú en la fecha de la máxima demanda en el año 2003 se muestra en la **fig. 3.3** Diagrama de carga SET Virú.

**Figura 3.3:** Diagrama de carga SET Virú Octubre 2003



La potencia contratada con el proyecto de Chavimochic es de 2 000 KW, potencia que fue superada en varias ocasiones en el año 2004. Tenemos clientes que han solicitado factibilidad eléctrica y puntos de diseño, la mayoría de los clientes ya elaboraron su estudio definitivo y ejecutado sus obras, están a la espera de suscribir los contratos de suministro con Hidrandina S.A. La proyección de la demanda se ha elaborado para cada escenario: **Sin Proyecto (S/P) y Con Proyecto (C/P)**.

### 3.5.3 Beneficios del Proyecto.

Los beneficios del Proyecto esta constituido por:

Ventas de Energía Marginal

Reducción de perdidas por recupero del margen bruto operativo

Reducción de costos por energía no servida (Confiabilidad).

Reducción de Costos de Operación y mantenimiento

### 3.5.4 Tarifas de Compra y Venta de Energía.

El pliego tarifario, que se utiliza para el análisis corresponde al mes de mayo del 2004. La Compra es en la Barra de la SET Norte, punto de entrega con el sistema interconectado para el sistema Trujillo. Para la venta la tarifa que corresponde al MT2 en media tensión, BT2 para clientes en Baja tensión y BT5 para el servicio residencial. En el Cuadro 3.6 Pliego Tarifario de Compra y Venta, se muestra las tarifas a mayo del 2004.

Cuadro 3.6: Pliego Tarifario de Compra y venta

Pliego Tarifario S/ : <u>Precios</u>	May-04		Tipo cambio \$ US			3,48	
	Compra Trujillo Norte	MT	Venta				
			BT	BT-5	AP		
Participación							
Potencia	30,81	36,55	70,27				Soles-kW-Mes
Energía HP	0,1043	0,119	0,137	0,344	0,344		Soles/kWH
Energía HFP	0,0776	0,091	0,104	0,344	0,344		Soles/kWH
Particip. de HP	29,20%	29,20%	41,60%	29,20%	41,60%		
Particip. de HFP	70,80%	70,80%	58,40%	70,80%	58,40%		
Precio Medio	0,147	0,171	0,257				Soles/kWH
Cargo Fijo		6,07	6,07	1,85			Soles - Mes

Para efectos de cálculo la tarifa se ha expresado en dólares con el tipo de cambio 3,48 soles por dólar y los valores se muestran en **Cuadro 3.7.A: Datos para la Evaluación Económica**, al final del Capítulo III.

### 3.5.5 Flujo de Ingreso y Egresos Escenario Sin Proyecto.

Para la proyección de la Demanda, los datos se toman de las lecturas de energía y potencia en los años 2002, 2003 y 2004. La demanda estimada para el 2 005 es

concordante con proyectado en presupuesto de la empresa Hidrandina S.A, que se muestra en **cuadro 3.5: Balance de Energía**. Los parámetros asumidos de acuerdo a la base de datos del sistema Trujillo Virú se indican a continuación:

- Tasa Crecimiento Energía: 4,0%
- Factor de Carga clientes BT: 0,45
- Factor de Carga clientes MT: 0,70
- Perdidas Respecto Energía de Venta 7,79%
- Saturación de Potencia: 3 300 KW.

Es importante señalar que la Central de San Jose, normalmente trabaja con dos turbogeneradores de 2 500 KW; Con Hidrandina S.A tiene un contrato de suministro hasta 2 000 KW en HP; los excesos de potencia en el año 2 004 se ha estado pagando de acuerdo a la Ley de concesiones y lo dispuesto por GART de OSINERG. En el año 2 004, la máxima demanda registrada es de 2 510 KW y se estima que el 2 005 se llegara a 2 900 kW. La CH de San Jose atiende el distrito de Chao y a la empresa agroindustrial Camposol, su demanda esta en el orden de 900 a 1 500 KW. El requerimiento de la empresa Camposol supera lo instalado y reserva de la CH, motivo por el cual en el escenario mas conservador, lo maximo que nos puede atender Chavimochic esta en el orden de 3 000 a 3 300 KW. La Demanda Proyectada se muestra, al final del capitulo III, en el **cuadro 3.7.B** Proyección de la Demanda situación Sin Proyecto. La demanda se ha separado por suministro en MT y BT, se incluyen las perdidas en distribución y Transmisión.

### **3.5.6 Flujo de Ingresos y Egresos situación Con Proyecto.**

De manera similar para la proyección de la Demanda, los datos se toman de las lecturas de energía y potencia en los años 2002, 2003 y 2004, sin embargo para demanda estimada para el 2 005 y 2 006 se prevé el ingreso de los clientes cuyos estudios y factibilidad ya fueron otorgados que se muestran en **Cuadro 1.1 en el Capítulo I**. Los parámetros asumidos de acuerdo a la base de datos del sistema Trujillo Virú se indican a continuación:

- Tasa Crecimiento Energía: 4,0%
- Factor de Carga clientes BT: 0,450
- Factor de Carga clientes MT: 0,725
- Perdidas Respecto Energía de Venta 5, 0 %
- Saturación de Potencia: 11 000 KW

Para la saturación de la Demanda se ha tomado el caso más conservador, considerando los 5 000 KW que produce la central y la potencia máxima del transformador de salida en la SET SUR 6 000 KW. Históricamente la central opera solo con dos turbinas (5 000 KW).

La Demanda Proyectada se muestra, al final del capítulo III, en el **cuadro 3.7.C** Proyección de la Demanda situación Sin Proyecto. La demanda se ha separado por suministro en MT y BT, se incluyen las pérdidas en distribución y transmisión.

### **3.5.7 Flujo de Ingresos y Egresos Marginales.**

El flujo de energía que se muestra es la diferencia de la situación de: Con Proyecto menos la situación de Sin Proyecto. La Simulación de Energía se muestra, al final del capítulo III, en el **cuadro 3.7.D:** Simulación de energía Intercambio de Energía debido al Proyecto. La energía marginal es la que va asegurar la rentabilidad del proyecto y a continuación resumimos en el Cuadro 3.8: Variaciones del Flujo de energía y potencia, este resume el intercambio de energía y potencia para los años 2004, 2005 y 2006.

**Cuadro 3.8 Variaciones del flujo de energía y potencia**

Año	Sin proyecto		Con Proyecto		Variaciones	
	Potencia MW	Energía MWh	Potencia MW	Energía MWh	Potencia MW	Energía MWh
2004	2,5	12 644	2,5	12 644	-	-
2005	2,8	15 288	5,8	39 829	3,0	24 541
2006	2,9	15 884	8,1	55 614	5,2	39 730

En la formulación del presupuesto del 2004 la compra de energía real para Hidrandina S.A, fue 919,300 MWH, por lo tanto el crecimiento de la energía por el proyecto es del orden del 2.7%.e del total del volumen de compra del año 2004.

### **3.5.8 Cálculo Previos Evaluación Económica.**

Hidrandina S.A. no pudo separar el servicio de Virú del Sistema de Trujillo, por esta razón la venta de energía a los Clientes se realizaba con el pliego tarifario del sistema de Trujillo, que corresponde al sector típico 2 y sistema interconectado. La tarifa de compra de la central de San José, no permitía tener un margen bruto. Se muestra a continuación en el cuadro 3.9

Cuadro 3.9: Margen Bruto Sistema de Virú



CONCEPTO	Enero	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	TOTAL 2,004	Miles \$ US
Maxima Demanda kw	1901	1973	1977	2044	1854	1875	1911	2030	2229	2213	2377	2510	2510	
Horas	744	672	744	720	744	720	744	744	720	744	720	744	8,760	
Factor de Carga	0.70	0.74	0.69	0.67	0.64	0.67	0.71	0.71	0.74	0.77	0.67	0.66	0.58	
Energía Compra MWH	982	982	1008	990	875	907	1012	1073	1181	1259	1146	1229	12644	
<b>Costos y Ventas en Miles Soles</b>														
<b>Compra Chavimochi</b>	254	255	261	259	230	237	260	276	304	320	300	321	<b>3,275</b>	<b>941</b>
Potencia	45	46	46	48	44	44	45	48	52	52	56	59	585	
Energía HP	61	61	63	62	54	56	63	67	73	78	71	76	785	
Energía FHP	148	148	152	149	132	137	152	162	178	190	173	185	1904	
<b>Compra Sistema</b>	158	161	163	164	147	150	161	171	188	195	190	203	<b>1,847</b>	<b>531</b>
Potencia	59	61	61	63	57	58	59	63	69	68	73	77	767	
Energía HP	30	30	31	30	27	28	31	33	36	38	35	37	385	
Energía FHP	54	54	55	54	48	50	56	59	65	69	63	68	695	
<b>Venta Tarifa Sistema</b>	197	204	208	200	182	182	209	223	241	256	237	254	<b>2,593</b>	<b>745</b>
Potencia	93	107	103	104	84	89	111	124	143	154	135	143	1391	
Energía HP	47	44	47	44	45	42	45	45	45	47	46	51	548	
Energía FHP	56	53	57	52	53	51	54	54	54	56	55	61	655	

Margen Bruto = Ingreso Venta – Costo Compra = 745 – 941 = **(196)** mil dólares.

Margen Bruto x Compra al SIN = Ingreso por Venta – Costo de Compra  
= 745 – 531 = 214 mil dólares

El costo de oportunidad del primer año que beneficia a Hidrandina es del orden de **414 mil dólares USA**.

Para este cálculo se ha considerado el pliego tarifario de venta mostrado en el cuadro 3.6 y la tarifa de compra en soles en la Central de San José, que se muestra a continuación:

- Potencia : 23,52 soles kw- mes
- Energía HP : 0,2127 soles/ kwh
- Energía FHP : 0,2127 soles / kwh

### 3.5.9 Cálculo de los Indicadores Económicos.

Para el cálculo de los indicadores económicos el flujo económico esta en miles de dólares y tiene como premisa lo siguiente:

- Inversión : 2 200 miles de dólares
- Tasa de descuento : 12 %
- Periodo de Evaluación : 20 años
- CO&M (máximo) : 2,5% Inversión
- Valor Residual : 15% Inversión (al año 20)

El Flujo de costos y beneficios se muestran en **cuadro 3.7.E: Evaluación de Beneficio y Costo**, cuyos resultados se muestran a continuación.

- **VAN (VPN)** Valor Presente Neto : 1 350 miles de dólares
- **TIR (IRR)** Tasa Interna de Retorno : 20%
- **B/C** Beneficio/Costo : 1.09

- **P/R** Periodo Recuperación : 5,27 años

Los indicadores son atractivos para que la inversión se realice, el VAN es positivo y es uno de los indicadores mas recomendado para decidir la inversión. El periodo recuperación es conveniente y tiene una tasa de retorno superior a la tasa de descuento. Las Formulas empleadas las describimos a continuación:

**Valor Presente Neto (VAN) o VPN:** El valor presente neto es el valor actual de los flujos de efectivos netos menos la salida de efectivo inicial

$$\text{VPN} = \sum_{t=1}^n \frac{\text{FCF}_t}{(1+k)^t} - \text{I}_0$$

Donde:

FCF<sub>t</sub> : Flujo de efectivo incremental anual

k : Tasa de descuento

I<sub>0</sub> : Inversión en el año cero

Si VPN > 0, el Proyecto se acepta; y si VPN < 0 el proyecto se rechaza.

**Tasa Interna de Retorno (TIR) o (IRR):** La TIR es la tasa de retorno que hace el valor presente de todos los flujos futuros igual a la salida inicial de efectivo.

$$\text{IRR: } \sum_{t=1}^n \frac{\text{FCF}_t}{(1+\text{IRR})^t} = \text{I}_0$$

TIR ≥ Tasa Interna de Retorno, aceptar el Proyecto.

TIR < Tasa Interna de Retorno, rechazar el Proyecto.

**Beneficio – Costo (B/C):** Se establece una relación entre el VPN de los ingresos y el VPN de los egresos al dividir la primera cantidad por la segunda.

- $\text{B/C (t)} = \text{VNP Ingresos (t)} / \text{VNP Costos (t)}$

Si la relación Beneficio/Costo B/C > 1 , es conveniente el Proyecto

Si la relación Beneficio/Costo B/C < 1 , no es atractivo el Proyecto

**Periodo Recuperación Capital (P/R):** También llamado “Payback” o PRI, corresponde al primer período en el cual el flujo acumulado (sin descontar) se hace positivo. Este indicador se interpreta como el tiempo necesario para que el proyecto recupere el capital invertido.

Utilizando solo este indicador no permite jerarquizar proyectos en forma eficiente, porque no nos indica nada respecto del aporte de riqueza que de, la inversión.

### **3.6 Análisis de Sensibilidad y Evaluación Empresarial del Proyecto.**

#### **3.6.1 Generalidades**

Para la evaluación privada empresarial del proyecto, se ha ordenado los flujos de efectivo relevantes. Los **costos hundidos** no se incluyen en los flujos de efectivo incremental del proyecto, porque son desembolsos que ya se han hecho, por lo tanto no tienen efecto en los flujos relevantes para la decisión actual.

Los **costos de oportunidad** son flujos de efectivo que se realizarían a partir de un mejor uso alternativo de un activo propio. Por lo tanto, representan los flujos de efectivo **que no se realizarían** como resultado de emplear ese activo en el proyecto propuesto. Debido a esto los costos de oportunidad se deben incluir como flujos negativos de efectivo cuando se determinan los flujos de efectivo incrementales del proyecto.

En la evaluación Económica denominada empresarial se ha incluido el impuesto a la renta (30%), la depreciación del activo en el periodo de evaluación (20 años) y el flujo de efectivo terminal.

El **Flujo Efectivo Terminal** es el flujo de efectivo que resulta de la terminación y liquidación de un proyecto al final de su vida económica. Representa el flujo de efectivo después de los impuestos, exclusivo de los flujos positivos de efectivo operativos, que ocurre en el año final del proyecto.

#### **3.6.2 Calculo de los Indicadores Económicos**

Inversión Inicial	:	2 200 miles de dólares
Tasa de descuento	:	12 %
Periodo de Evaluación	:	20 años

En la inversión inicial no esta incluido, el impuesto general a las ventas (IGV). La empresa Hidrandina las utiliza como crédito fiscal y contablemente no forma parte del activo.

Los Flujos incrementales presentados en el **cuadro 3.7.E: Evaluación de Beneficio costo**, se presenta en nuevo formato que permita incluir la depreciación y el impuesto a la renta.

En el **Cuadro 3.7.F: Flujo de efectivo operativo**, se muestran los flujos de efectivo incrementales y los resultados se resumen a continuación:

- **VAN (VPN)** Valor Presente Neto : 952 miles de dólares
- **TIR (IRR)** Tasa Interna de Retorno : 17%

- **P/R** • Periodo Recuperación : 6,8 años

En el cuadro 3.10 se muestra el formato y las operaciones realizadas que permitan entender el flujo de efectivo operativo:

Cuadro 3.10

1	Ingreso por Ventas	Venta Energia y Potencia + Recupero - valor Residual
2	Costos por Ventas	Costo de Compra incluye Perdidas transmisión Distribución
3	<b>Utilidad Bruta</b>	<b>(3) = (1) - (2)</b>
4	Gastos Administrativos y de Venta	CO&M
5	<b>EBITDA</b>	<b>(5) = (3) - (4)</b>
6	Depreciación Anual	5% Anual de Inversión Inicial
7	<b>Utilidad Neta antes de impuestos EBIT</b>	<b>(7) = (5) - (6)</b>
8	Impuestos	30% Utilidad Neta
9	<b>Utilidad Neta despues de impuestos EE</b>	<b>(9) = (7) - (8)</b>
10	Depreciación Anual	5% inversión Anual
11	<b>Flujo de caja Libre</b>	<b>(11) = (9) + (10)</b>
12	Valor Terminal	Flujo efectivo año 20/tasa descuento
13	<b>Flujo de caja Libre Total</b>	<b>(13) = (11) + (12)</b>

Los indicadores económicos han sido afectados por dos variables importantes, La depreciación anual y los impuestos, sin embargo estas son atractivas para la toma de decisión en la inversión del proyecto.

### 3.6.3 Evaluación de los indicadores Económicos.

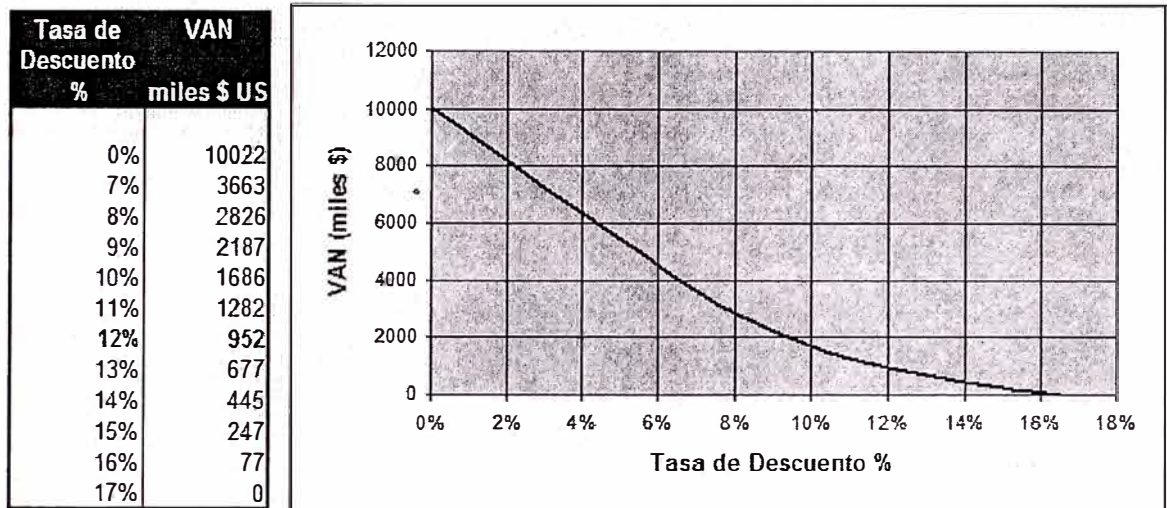
En una base puramente teórica, el VPN es el mejor método para preparar presupuestos de capital. Lo mas importante es que el uso del VPN supone implícitamente que todos los flujos positivos de efectivo intermedios generados por la inversión se reinvierten al costo del capital de la empresa. El uso del TIR supone reinversión a la tasa frecuentemente alta especificada en la TIR

La evidencia recomienda que a pesar de la superioridad teórica del VPN, los administradores financieros prefieran usar la TIR. La preferencia por la TIR se debe a la disposición en general de la gente de negocios hacia la tasa de rendimiento en vez de los rendimientos monetarios reales. Puesto que la tasa de interés, rentabilidad, etcétera, se expresan mas a menudo como tasas de rendimientos anuales, el uso de la TIR tiene sentido para quienes toman la decisiones financieras, pues consideran que el VPN es menos intuitivo por que no mide los beneficios respecto a la cantidad invertida.



Otro tema importante es, la tasa pertinente para evaluar un proyecto que se denomina **TASA DE DESCUENTO**, una de las variables que más influye en el resultado de la evaluación es la tasa de descuento empleada en la actualización de sus flujos de efectivo. En el fig. 3.3: Tasa de descuento & VAN, se muestra la influencia de la tasa de descuento o costo del capital para la inversión.

**Fig.3.3:** Tasa de descuento & Valor Actual Neto



Para el proyecto el VAN es mayor que cero y la TIR es superior a la tasa de descuento, concluimos que es viable la ejecución del proyecto Virú en su primera etapa.

#### 3.6.4 Análisis de Sensibilidad.

Dos métodos para manejar el riesgo del proyecto para captar la variabilidad de los flujos positivos de efectivo y los VAN son el análisis de sensibilidad y el análisis de escenarios. El **Análisis de Sensibilidad** es un método de comportamiento que utiliza algunos valores posibles para una variable dada, como flujos positivos de efectivo, para evaluar el impacto de esa variable sobre el rendimiento de la empresa, medido aquí por el VAN. Con frecuencia esta técnica es útil para tener una idea de la variabilidad del rendimiento en respuesta a los cambios de una variable importante. Nos interesa examinar como el cambio de una variable afecta el resultado. El análisis de sensibilidad permite medir el cambio en un resultado, dado un cambio en un conjunto de variables, tanto en términos relativos como en términos absolutos. Recomendaciones al hacer el análisis de sensibilidad:

- Reconocer que el cambio en el resultado depende de cómo se haya construido el modelo y de los valores iniciales y de las variables por analizar.

- Que los cambios en las variables deben ser iguales para todas, de manera que se puedan comparar los resultados
- Reconocer la posibilidad de que las relaciones entre las variables y los resultados nos sean lineales.
- Al analizar la sensibilidad de las variables hay que hacerlo de una en una, si se determinan cuáles de las variables son más críticas.

En **Análisis de sensibilidad** del proyecto materia de estudio se evaluará el efecto sobre el VAN o TIR las variaciones en los valores de las variables. Análisis de sensibilidad de una variable **¿Que pasa si ? ...**

En el **Cuadro 3.5.F** Análisis de sensibilidad, se muestran las variables lineales que permitirán evaluar el efecto del VAN o TIR, las variaciones en los valores de las variables. Para este caso el comportamiento es lineal en las variables siguientes:

- **% Inversión:** ¿Que pasa si la inversión varía entre el 75% al 150% del monto previsto?
- **Impuesto:** ¿Qué pasa si el impuesto a la renta es 0%, 20%, 30%, 40%?
- **Depreciación Anual:** ¿Que pasa si la depreciación anual varía del 5% previsto para depreciar el bien en 20 años a 3%, 4% (Mayor tiempo para depreciar), o si la depreciación anual es 6%, 7% (menor tiempo para depreciar el Activo).
- **Tasa de Descuento.** Si la tasa de descuento varía entre 0% y 17 %, el efecto sobre el VAN.

Los cálculos de sensibilidad se han realizado de acuerdo al modelo presentado en el cuadro 3.5.F y utilizando la función tabla del Excel.

#### **Variación de la Inversión.**

Si disminuimos la inversión en 5% el VAN aumenta en 96 mil dólares y el TIR aumenta en 1%. Similarmente un incremento de la Inversión en 10% significa una disminución del VAN en 192 mil dólares.

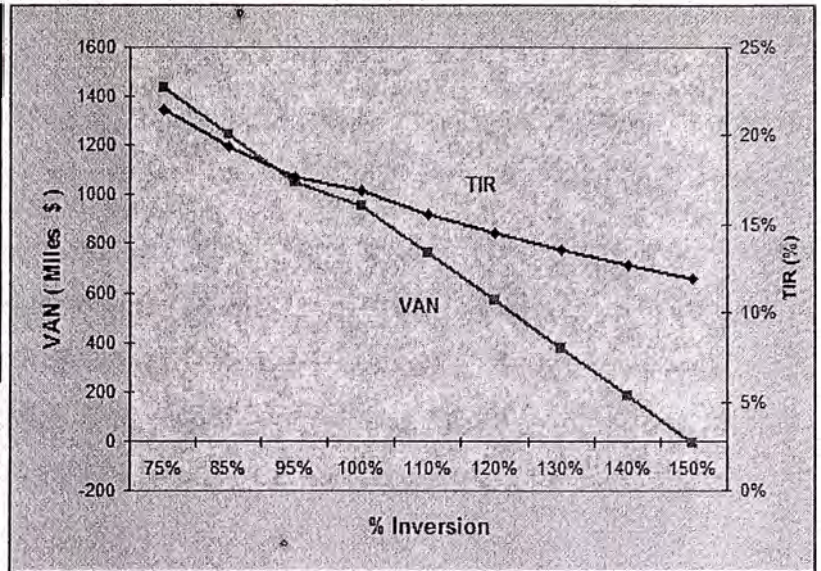
Esta variable es crítica si la inversión aumentase en el 50% (inversión igual a 3 300 Miles de dólares), el VAN disminuiría hasta hacerse negativo. El TIR sería menos del 12 %; por lo tanto en este caso no sería rentable el Proyecto. En la fig. 3.4: Sensibilidad de la Inversión, se muestran los cálculos y el gráfico respectivo

Fig. 3.4: Sensibilidad por la Inversión



% Inversion	VAN miles \$ US	TIR %
75%	1433	21%
85%	1240	19%
95%	1048	18%
100%	952	17%
110%	759	16%
120%	567	14%
130%	374	14%
140%	182	13%
150%	-11	12%

Inversion (Miles \$)                    2200  
 75% x Inversión =                    1650  
 150% x Inversión =                    3300



**Efecto de la variación de los Impuestos y Depreciación Anual en el VAN.**

El efecto de las variaciones de los valores de los Impuestos en el VAN, es lineal tanto en el aumento como en la disminución, pero en caso de la depreciación Anual, es lineal solo en el caso de disminución de la depreciación Anual (menos del 5%), esto se debe a que el saldo por depreciar ya no se considera en el flujo efectivo operativo. Es importante señalar que si la depreciación Anual aumenta mas del 5%, el efecto en el VAN no es lineal, por cuanto hay años del periodo de evaluación que no tendría depreciación. En el cuadro 3.11: Sensibilidad de Impuesto y depreciación, se indica los cálculos:

Cuadro 3.11: Sensibilidad Impuestos y Depreciación Anual

Impuestos %	Van miles \$	Depreciación Anual en %	Van miles \$	Impuestos %	TIR %
0%	1.910	1,0%	732	0%	21%
15%	1.431	2,0%	787	15%	19%
20%	1.271	3,0%	842	20%	18%
25%	1.111	4,0%	897	25%	17,6%
29%	984	5,0%	952	29%	17%
30%	952	6,0%	953	30%	17%
35%	792	8,0%	1.004	35%	16,1%
40%	632			40%	15%

Del cuadro 3.11, se desprende lo siguiente: Si el impuesto a la renta disminuye en 5% el VAN aumenta en 160 mil \$ (17% de incremento). Un incremento del 5% en los impuestos hace que el VAN disminuya en 160 mil \$. El efecto en el TIR, si disminuye en 5% el impuesto el TIR aumenta en dos puntos porcentuales y un

incremento en 5% en el impuesto a la renta hace que la TIR disminuya en punto porcentual.

Estar eximido del impuesto a la renta, significa el se incremento del VAN en 958 mil \$ (101%). En el caso del TIR hace mas atractivo la TIR, pues esta aumenta en cuatro puntos porcentuales.

El efecto de la depreciación anual, por cada 1% de disminución el VAN aumenta en 55 mil \$ (6%); pero en caso de aumento de 1% sobre el 5% base, el VAN también aumenta pero en mil \$. Los aumentos o disminuciones del impuesto hasta el 5% el comportamiento del VAN es lineal y en razón inversa.

### **3.7 Implementación estudios de Ingeniería**

Los estudios que se implementaron para el proyecto Virú se describen a continuación:

- Estudio de la Línea Transmisión Secundaria 60 kV Trujillo – Virú
- Estudio de coordinación de Protección Sistema Trujillo Virú
- Estudio Módulos Temporales en 34,5 Kv Trujillo y Virú
- Estudio de EIA de la línea 60 kV Trujillo – Virú
- Estudio para obtener el CIRA (certificado de inafectación de restos arqueológicos)

### **3.8 Resumen de los Estudios EIA y CIRA**

#### **3.8.1 Objetivo del Estudio**

El objetivo general del Estudio de Impacto ambiental (EIA) de la “Línea de Transmisión Secundaria de 60 kV, Subestación Trujillo Sur – Subestación Virú”, es el de formular las medidas de adecuación que se deben adoptar en la ejecución del Proyecto, a fin de identificar los impactos ambientales negativos que se produzcan durante las etapas de ejecución y operación del Proyecto y de esta manera reducirlos, mitigarlos o eliminarlos. Asimismo, se darán las medidas más adecuadas para potenciar los impactos positivos. Entre los objetivos del presente Estudio de Impacto ambiental se tiene:

- Identificar las acciones del proyecto que pueden generar impactos ambientales.
- Realizar la caracterización del área de influencia ambiental de la obra proyectada.
- Identificar, evaluar e interpretar los impactos ambientales potenciales, cuya ocurrencia tendría lugar en las diferentes etapas del proyecto.

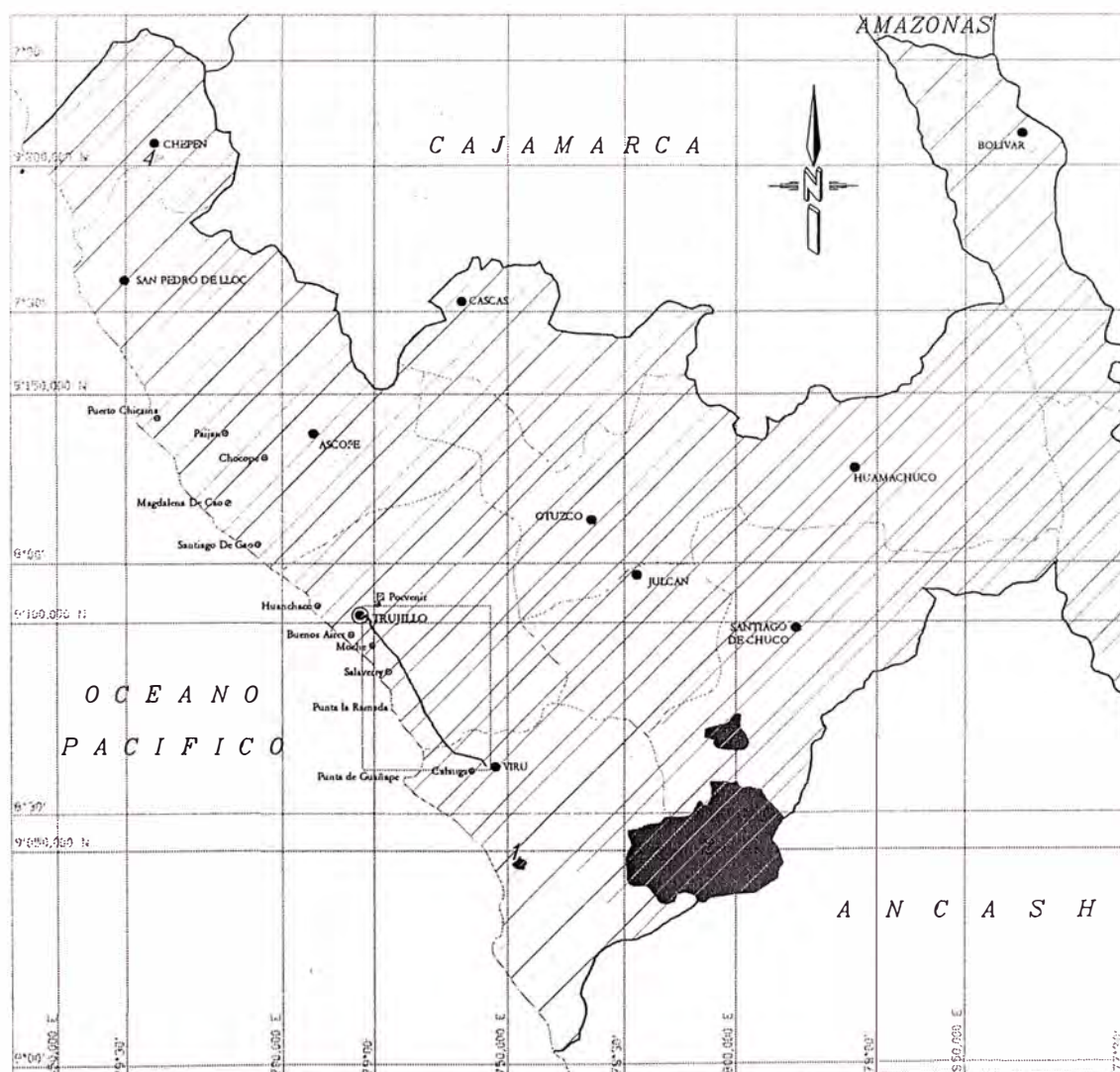
- Proponer medidas adecuadas en el Plan de Manejo Ambiental que permitan prevenir, mitigar o corregir los efectos adversos significativos, así como para fortalecer los impactos positivos.

### 3.8.2 Áreas Naturales Protegidas y Patrimonio Cultural

El presente proyecto no compromete ninguna área comprendida en el Sistema Nacional de Áreas naturales Protegidas por el estado (SINANPE). En la fig. 3.5: Áreas Naturales Protegidas, se muestra que la zona 2 esta protegida, esta zona esta ubicada en zona Sur de La Libertad cerca del límite con la Región de Ancash, la zona esta indicada en la figura 3.5, esta zona es lejana al proyecto.

Las observaciones efectuadas directamente en el campo, no dan evidencias visuales de la presencia de restos arqueológicos en el área de influencia directa del proyecto. Los resultados finales que validaron esta apreciación fue producto de la evaluación arqueológica y certificación correspondiente del Instituto Nacional de Cultura.

Fig. 3.5: Áreas Naturales Protegidas





### **3.8.3 Costos y Beneficios descritos en el estudio EIA**

#### **Costos**

Los costos para la construcción de la Línea de 60 kV S.E.T Trujillo Sur – S.E.T. Virú valorizado en 1 785 miles de dólares

Para mitigar los impactos ambientales negativos se ha previsto la implementación del plan de manejo ambiental cuyo monto asciende a US\$ 5 900 dólares.

El costo del programa de monitoreo ambiental asciende a 13 440 nuevos soles.

Convenio con los pobladores para utilizar sus terrenos por donde pasará la línea el mismo que presentara al MEM para la imposición de la franja de servidumbre.

#### **Beneficios**

Garantizar el suministro de energía eléctrica por el incremento en la demanda de energía eléctrica para los siguientes años.

Interconectar la Sub estación Virú al Sistema Interconectado Nacional (SINAC), evitando cortes inesperados por fallas porque el sistema eléctrico es aislado.

Los usuarios tendrán un mejor beneficio a futuro ya que contarán con energía eléctrica de acuerdo a sus requerimientos evitando utilizar grupos electrógenos, evitando almacenar combustible y menos posibilidad de generar derrames y contaminación por el uso de combustibles en el transporte y almacenamiento.

Evitar que a futuro se utilicen grupos generadores de electricidad, por lo tanto, no emitirán emisiones gaseosas al ambiente como: óxidos de nitrógeno, óxidos de azufre, material particulado, monóxido de carbono y dióxido de carbono, los cuales producen contaminación al ambiente.

### **3.8.4 Conclusiones y Recomendaciones del estudio de EIA**

#### **Conclusiones**

- Como conclusión principal se tiene que la implementación de la Línea de transmisión de 60 kV S.E.T Trujillo Sur – S.E.T. Virú de Hidrandina S.A. alterara en forma leve al medio ambiente por lo que es considerado como poco significativo de acuerdo a la matriz de impactos.
- Los impactos negativos producidos por las instalaciones auxiliares en los componentes físicos - químicos y biológicos serán mínimos al aplicar el Plan de Manejo Ambiental propuesto en el presente estudio.

- En el componente socio - económico: la generación de empleo y mejor calidad de vida será el principal impacto positivo. Se crearán puestos de trabajo temporal durante la etapa de construcción.
- La instalación de la línea de transmisión no comprometerá zonas de valor arqueológico ni áreas naturales protegidas.
- Para garantizar el suministro de energía eléctrica por el incremento en la demanda de energía eléctrica para los siguientes años.
- Interconectar la Sub estación Virú al Sistema Interconectado Nacional (SINAC), evitando cortes inesperados por fallas en la línea de transmisión ya que actualmente esta como un sistema eléctrico aislado.

### **Recomendaciones**

- Cumplir con las medidas señaladas en el Plan de Manejo Ambiental, Programa de Monitoreo Ambiental, Plan de Contingencias y el Plan de Cierre del presente estudio.
- El material que se obtiene de las excavaciones para las fundaciones de los postes, en lo posible almacenarlos en un lugar adecuado para ser utilizado en el plan de cierre.
- Tener presente durante la etapa de construcción y operación los Planes de Contingencia considerados en el presente estudio a fin de tener una respuesta inmediata ante posibles contingencias.
- La remoción de la tierra para la instalación de los postes deberá realizarse en forma cuidadosa, sin afectar áreas mas allá del área de servidumbre, conforme a las recomendaciones dadas en el presente estudio.
- Hacer que las autoridades y los miembros de las comunidades aledañas a la línea de transmisión participen en los objetivos del Proyecto.

**Nota:** Los cuadros 3.7.A; 3.7.B; 3.7.C; 3.7.D; 3.7.E; 3.7.F y 3.7.G se muestran al final del presente capítulo III.

CUADRO Nro 3.7.A : DATOS PARA EVALUACION ECONOMICA DE PROYECTOS DE INVERSION

Proyecto : Linea 60 kV Trujillo Viru Ubicación : Viru Provincia : Viru										
Unidad de Negocios : Trujillo										
<b>Datos Generales</b>		C/P	S/P	<b>Situación Sin Proyecto</b>			Tipo Cambio		3,48	
Cientes BT(kwh/mes)				Pot. en Subestaciones		MVA	Costo p/Empres			
Cientes MT (kwh/mes)				Pérdidas Totales (venta)	7,79%					
Consumo mensual, kWh/mes				Pérdidas Técnicas(compra)	0,50%					
Horas de Uso	8.760	8.760		Pérdidas No Técnicas		0,62%	Meses Oper			
Año de Inversion	2004			Costo O&M (max)	2,50%		Factor Operac			
Año de colapso	2024			Factor Coincidencia	98%		Factor Inversion			
				Pot. Unit. en lamp., kW			Demanda Marginal		2.986 KW	
<b>Tasas</b>				<b>Situación Con Proyecto</b>			<b>Resultados de Evaluación Económica</b>			
Tasa de Usuarios	0,00%	0,00%		Año de Ejecución	2004		A 20 Años			
Tasa de Energía	0,00%	0,00%		Pot. en Subestaciones		MVA				
Tasa de Saturación Energía	0,00%			Pérdidas Totales (venta)	5,00%		TASA	12%		
Tasa de Saturación Potencia	0,00%			Pérdidas Técnicas(compra)	1,00%		VAN	1350	miles US\$	
Tasa de Energía BT	4,56%	4,00%		Pérd. No Técnicas			TIR	20%		
Tasa de Energía MT	4,56%	4,00%		Costo O&M (%Inversión)	2,50%		B/C	1,09		
				Factor Coincidencia	89%		P/R	5,3	Años	
				Pot. Unit. en lamp., kW			Inversión Total	2200	milesUS\$	
							Inversión Año 0	2200	milesUS\$	
								0	milesUS\$	
<b>Factores</b>		C/P	S/P	Pliego Tarifario en \$		May-04				
Factor de Carga Clientes BT	0,450	0,450	<b>Precios</b>		Compra		Venta			
Factor de Carga Clientes MT	0,725	0,700	<b>Tarifas</b>		MT	BT	BT-5	AP	MT(libre)	
Factor de Pérdidas	0,553	0,446	Participación		58%	70%	30%		42%	
Factor de Carga Total	0,700	0,612	Potencia		8,85	10,50	20,19		10,82 kW-Mes	
	C/P	S/P	Energía HP		0,030	0,034	0,039	0,099	0,099	0,04 US\$/kWH
			Energía HFP		0,022	0,026	0,030	0,099	0,099	0,03 US\$/kWH
<b>Observaciones:</b>			Particip. de HP		29,2%	0,292	0,292	0,292	0,416	0,292
Saturacion Potencia KW	11.000	3.300	Particip. de HFP		70,8%	0,708	0,708	0,708	0,584	0,708
Saturacion Energia KW	77.088.000	23.126.400	Precio Medio		0,042	0,049	0,073			US\$/kWH
Factor de Carga	0,8	0,8	Cargo Fijo Mensual			1,744	1,744	0,532		US\$-Mes



**CUADRO Nro 3.7.B: SIMULACION DE ENERGIAS - SITUACION SIN PROYECTO**

**Proyecto : Linea 60 kV Trujillo Viru**

**Ubicación : Viru**

**Provincia : Viru**

**Unidad de Negocios : Trujillo**

libres

Años	COMPRAS		VENTAS						PERDIDAS TECNICAS	
	Serv. Actual		Clientes Regulados (BT)		Clientes (MT)		Perdidas Totales MT/BT		Potencia kW	Energía kWh
	Potencia kW	Energía kWh	Potencia kW	Energía kWh	Potencia kW	Energía kWh	Potencia kW	Energía kWh		
2002										
0 2003	1.887	10.102.053	901	3.551.803	926	5.675.681	163	874.569	12,94	50.510
1 2004	2.510	12.644.085	968	3.814.433	1.213	7.436.207	260	1.393.445	16,19	63.220
2 2005	2.795	15.288.200	1.110	4.374.592	1.600	9.808.973	206	1.104.636	19,58	76.441
3 2006	2.904	15.884.977	1.154	4.549.575	1.664	10.201.332	212	1.134.070	20,34	79.425
4 2007	3.017	16.505.035	1.200	4.731.558	1.730	10.609.385	217	1.164.092	21,13	82.525
5 2008	3.135	17.149.282	1.248	4.920.821	1.799	11.033.760	223	1.194.701	21,96	85.746
6 2009	3.257	17.818.660	1.298	5.117.653	1.871	11.475.111	229	1.225.896	22,82	89.093
7 2010	3.294	18.021.693	1.350	5.322.360	1.871	11.475.111	228	1.224.223	23,08	90.108
8 2011	3.291	18.004.896	1.350	5.322.360	1.871	11.475.111	225	1.207.425	23,06	90.024
9 2012	3.288	17.988.098	1.350	5.322.360	1.871	11.475.111	222	1.190.628	23,03	89.940
10 2013	3.285	17.971.301	1.350	5.322.360	1.871	11.475.111	219	1.173.830	23,01	89.857
11 2014	3.282	17.954.503	1.350	5.322.360	1.871	11.475.111	216	1.157.033	22,99	89.773
12 2015	3.279	17.937.706	1.350	5.322.360	1.871	11.475.111	213	1.140.235	22,97	89.689
13 2016	3.276	17.920.908	1.350	5.322.360	1.871	11.475.111	210	1.123.438	22,95	89.605
14 2017	3.273	17.904.111	1.350	5.322.360	1.871	11.475.111	206	1.106.641	22,93	89.521
15 2018	3.270	17.887.313	1.350	5.322.360	1.871	11.475.111	203	1.089.843	22,90	89.437
16 2019	3.267	17.870.516	1.350	5.322.360	1.871	11.475.111	200	1.073.046	22,88	89.353
17 2020	3.264	17.853.718	1.350	5.322.360	1.871	11.475.111	197	1.056.248	22,86	89.269
18 2021	3.261	17.836.921	1.350	5.322.360	1.871	11.475.111	194	1.039.451	22,84	89.185
19 2022	3.258	17.820.123	1.350	5.322.360	1.871	11.475.111	191	1.022.653	22,82	89.101
20 2023	3.255	17.803.326	1.350	5.322.360	1.871	11.475.111	188	1.005.856	22,80	89.017
20 2024	3.252	17.786.528	1.350	5.322.360	1.871	11.475.111	184	989.058	22,78	88.933

CUADRO Nro 3.7.B: SIMULACION DE ENERGIAS - SITUACION SIN PROYECTO

Proyecto : Linea 60 kV Trujillo Viru

Ubicación : Viru

Provincia : Viru

Unidad de Negocios : Trujillo

libres

Años	COMPRAS		VENTAS						PERDIDAS TECNICAS	
	Serv. Actual		Clientes Regulados (BT)		Clientes (MT)		Perdidas Totales MT/BT		Potencia kW	Energía kWh
	Potencia kW	Energía kWh	Potencia kW	Energía kWh	Potencia kW	Energía kWh	Potencia kW	Energía kWh		
2002										
0 2003	1.887	10.102.053	901	3.551.803	926	5.675.681	163	874.569	12,94	50.510
1 2004	2.510	12.644.085	968	3.814.433	1.213	7.436.207	260	1.393.445	16,19	63.220
2 2005	2.795	15.288.200	1.110	4.374.592	1.600	9.808.973	206	1.104.636	19,58	76.441
3 2006	2.904	15.884.977	1.154	4.549.575	1.664	10.201.332	212	1.134.070	20,34	79.425
4 2007	3.017	16.505.035	1.200	4.731.558	1.730	10.609.385	217	1.164.092	21,13	82.525
5 2008	3.135	17.149.282	1.248	4.920.821	1.799	11.033.760	223	1.194.701	21,96	85.746
6 2009	3.257	17.818.660	1.298	5.117.653	1.871	11.475.111	229	1.225.896	22,82	89.093
7 2010	3.294	18.021.693	1.350	5.322.360	1.871	11.475.111	228	1.224.223	23,08	90.108
8 2011	3.291	18.004.896	1.350	5.322.360	1.871	11.475.111	225	1.207.425	23,06	90.024
9 2012	3.288	17.988.098	1.350	5.322.360	1.871	11.475.111	222	1.190.628	23,03	89.940
10 2013	3.285	17.971.301	1.350	5.322.360	1.871	11.475.111	219	1.173.830	23,01	89.857
11 2014	3.282	17.954.503	1.350	5.322.360	1.871	11.475.111	216	1.157.033	22,99	89.773
12 2015	3.279	17.937.706	1.350	5.322.360	1.871	11.475.111	213	1.140.235	22,97	89.689
13 2016	3.276	17.920.908	1.350	5.322.360	1.871	11.475.111	210	1.123.438	22,95	89.605
14 2017	3.273	17.904.111	1.350	5.322.360	1.871	11.475.111	206	1.106.641	22,93	89.521
15 2018	3.270	17.887.313	1.350	5.322.360	1.871	11.475.111	203	1.089.843	22,90	89.437
16 2019	3.267	17.870.516	1.350	5.322.360	1.871	11.475.111	200	1.073.046	22,88	89.353
17 2020	3.264	17.853.718	1.350	5.322.360	1.871	11.475.111	197	1.056.248	22,86	89.269
18 2021	3.261	17.836.921	1.350	5.322.360	1.871	11.475.111	194	1.039.451	22,84	89.185
19 2022	3.258	17.820.123	1.350	5.322.360	1.871	11.475.111	191	1.022.653	22,82	89.101
20 2023	3.255	17.803.326	1.350	5.322.360	1.871	11.475.111	188	1.005.856	22,80	89.017
20 2024	3.252	17.786.528	1.350	5.322.360	1.871	11.475.111	184	989.058	22,78	88.933



**CUADRO Nro 3.7.C : SIMULACION DE ENERGIAS - SITUACION CON PROYECTO**

**Proyecto : Linea 60 kV Trujillo Viru**

**Ubicación : Viru**

**Provincia : Viru**

**Unidad de Negocios : Trujillo**

Años	COMPRAS		VENTAS						PERDIDAS TECNICAS	
	Potencia kW	Energía kWh	Clientes Regulados (BT)		Clientes (MT)		Perdidas Totales MT/BT		Potencia kW	Energía kWh
			Potencia kW	Energía kWh	Potencia kW	Energía kWh	Potencia kW	Energía kWh		
2002										
0 2003	1.887	10.102.053	901	3.551.803	926	5.675.681	163	874.569	13	50.510
1 2004	2.510	12.644.085	968	3.814.433	1.213	7.436.207	260	1.393.445	16	63.220
2 2005	5.781	39.829.360	1.157	4.560.785	5.255	33.371.939	309	1.896.636	82	398.294
3 2006	8.072	55.614.987	1.210	4.768.757	7.605	48.298.979	415	2.547.251	115	556.150
4 2007	8.424	58.040.055	1.265	4.986.212	7.952	50.501.412	416	2.552.431	120	580.401
5 2008	8.791	60.570.646	1.323	5.213.584	8.314	52.804.276	416	2.552.786	125	605.706
6 2009	9.175	63.211.340	1.383	5.451.323	8.693	55.212.152	416	2.547.866	130	632.113
7 2010	9.574	65.966.918	1.446	5.699.903	9.090	57.729.826	414	2.537.189	136	659.669
8 2011	9.992	68.842.365	1.512	5.959.819	9.504	60.362.306	411	2.520.241	142	688.424
9 2012	10.427	71.842.884	1.581	6.231.587	9.938	63.114.827	407	2.496.471	148	718.429
10 2013	10.450	71.998.013	1.653	6.515.747	9.938	63.114.827	386	2.367.440	149	719.980
11 2014	10.474	72.165.378	1.728	6.812.865	9.938	63.114.827	365	2.237.686	149	721.654
12 2015	10.500	72.345.509	1.807	7.123.532	9.938	63.114.827	344	2.107.151	149	723.455
13 2016	10.549	72.680.087	1.889	7.448.365	9.938	63.114.827	345	2.116.896	150	726.801
14 2017	10.600	73.029.922	1.976	7.788.010	9.938	63.114.827	347	2.127.085	151	730.299
15 2018	10.653	73.395.709	2.066	8.143.143	9.938	63.114.827	349	2.137.739	152	733.957
16 2019	10.708	73.778.177	2.160	8.514.471	9.938	63.114.827	350	2.148.879	152	737.782
17 2020	10.766	74.178.084	2.258	8.902.731	9.938	63.114.827	352	2.160.527	153	741.781
18 2021	10.827	74.596.228	2.361	9.308.695	9.938	63.114.827	354	2.172.706	154	745.962
19 2022	10.890	75.033.438	2.469	9.733.172	9.938	63.114.827	356	2.185.440	155	750.334
20 2023	10.957	75.490.586	2.582	10.177.004	9.938	63.114.827	359	2.198.755	156	754.906
20 2024	11.026	75.968.580	2.699	10.641.076	9.938	63.114.827	361	2.212.677	157	759.686

**CUADRO Nro 3.7.D: SIMULACION DE ENERGIAS - CAMBIO DE ENERGIAS DEBIDAS AL PROYECTO**

**Proyecto** : Linea 60 kV Trujillo Viru

**Ubicación** : Viru

**Provincia** : Viru

**Unidad de Negocios** : Trujillo

Años	COMPRAS		VENTAS						PERDIDAS TECNICAS	
			Clientes Regulados (BT)		Clientes (MT)		Perdidas Totales MT/BT			
	Potencia kW	Energía kWh	Potencia kW	Energía kWh	Potencia kW	Energía kWh	Potencia kW	Energía kWh	Potencia kW	Energía kWh
2002	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2003	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2004	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2005	2.986	24.541.160	47	186.194	3.655	23.562.966	103	792.001	63	321.853
2006	5.168	39.730.010	56	219.182	5.941	38.097.647	204	1.413.181	94	476.725
2007	5.407	41.535.020	65	254.654	6.222	39.892.027	199	1.388.339	99	497.875
2008	5.656	43.421.364	74	292.763	6.515	41.770.516	193	1.358.085	103	519.960
2009	5.917	45.392.680	85	333.670	6.822	43.737.041	187	1.321.970	108	543.020
2010	6.280	47.945.225	96	377.544	7.219	46.254.715	185	1.312.966	113	569.561
2011	6.700	50.837.470	162	637.459	7.633	48.887.195	186	1.312.815	119	598.399
2012	7.139	53.854.786	231	909.227	8.066	51.639.716	185	1.305.843	125	628.488
2013	7.165	54.026.713	303	1.193.387	8.066	51.639.716	167	1.193.609	126	630.124
2014	7.192	54.210.875	378	1.490.505	8.066	51.639.716	149	1.080.653	126	631.881
2015	7.221	54.407.804	457	1.801.172	8.066	51.639.716	131	966.915	126	633.767
2016	7.273	54.759.179	539	2.126.005	8.066	51.639.716	136	993.458	127	637.196
2017	7.327	55.125.811	625	2.465.651	8.066	51.639.716	140	1.020.445	128	640.779
2018	7.383	55.508.396	716	2.820.784	8.066	51.639.716	145	1.047.896	129	644.521
2019	7.441	55.907.661	810	3.192.111	8.066	51.639.716	150	1.075.833	129	648.429
2020	7.502	56.324.366	908	3.580.371	8.066	51.639.716	155	1.104.279	130	652.512
2021	7.566	56.759.307	1.011	3.986.336	8.066	51.639.716	160	1.133.255	131	656.778
2022	7.633	57.213.315	1.119	4.410.812	8.066	51.639.716	166	1.162.787	132	661.234
2023	7.702	57.687.260	1.232	4.854.645	8.066	51.639.716	171	1.192.899	133	665.889
2024	7.775	58.182.051	1.349	5.318.716	8.066	51.639.716	176	1.223.619	134	670.753



CUADRO Nro 3.7.E: EVALUACION BENEFICIO COSTO

Proyecto : Linea 60 kV Trujillo Viru

Ubicación : Viru

Provincia : Viru

Unidad de Negocios : Trujillo

Año	COSTOS (miles Dolares)						BENEFICIOS (miles Dolares)										
	Inversión Nueva	Compra de Potencia	Compra de Energía HP	Compra de Energía HFP	Costos de O & M	COSTO TOTAL miles US\$	venta	Venta de	Venta de	Venta de	Venta de	Venta de	Venta de	Recupero	Valor	BENEFICIO	BENEFICIO
							Energía Regulados BT5	Potencia Regulados (BT)	Energía (Regulados BT) HP	Energía (Regulados BT) HFP	Potencia MT	Energía (MT) HP	Energía (MT) HFP	margen Bruto	Residual	TOTAL miles US\$	NETO miles US\$
2002																	
2003	-	-	-	-	-	-											
0 2004	2.200	-	-	-	-	2.200											-2.200
1 2005	-	317	215	387	50	969	6	8	1	3	466	239	442	419	1.584	615	
2 2006	-	549	348	627	50	1.574	6	9	2	3	591	386	715	214	1.927	353	
3 2007	-	574	363	656	50	1.643	8	11	2	4	606	404	748	224	2.007	364	
4 2008	-	601	380	686	50	1.716	9	13	2	4	622	423	784	234	2.091	375	
5 2009	-	629	397	717	50	1.792	10	14	3	5	639	443	821	245	2.179	387	
6 2010	-	667	420	757	50	1.894	11	16	3	6	661	468	868	256	2.289	395	
7 2011	-	712	445	803	50	2.009	19	27	5	9	683	495	917	268	2.424	415	
8 2012	-	758	471	850	50	2.130	27	39	7	14	707	523	969	280	2.565	435	
9 2013	-	761	473	853	51	2.138	35	51	10	18	707	523	969	293	2.605	468	
10 2014	-	764	474	856	51	2.145	44	64	12	22	707	523	969	306	2.647	502	
11 2015	-	767	476	859	51	2.154	53	78	14	27	707	523	969	306	2.677	523	
12 2016	-	773	479	865	52	2.168	63	91	17	32	707	523	969	306	2.708	540	
13 2017	-	778	482	870	52	2.183	73	106	20	37	707	523	969	306	2.740	557	
14 2018	-	784	486	876	52	2.199	84	121	23	42	707	523	969	306	2.774	575	
15 2019	-	791	489	883	53	2.215	95	137	26	47	707	523	969	306	2.810	594	
16 2020	-	797	493	889	53	2.232	106	154	29	53	707	523	969	306	2.847	614	
17 2021	-	804	497	896	53	2.250	118	172	32	59	707	523	969	306	2.885	635	
18 2022	-	811	501	903	54	2.269	131	190	35	66	707	523	969	306	2.926	657	
19 2023	-	818	505	911	54	2.288	144	209	39	72	707	523	969	306	2.968	681	
20 2024		826	509	919	54	2.308	157	229	43	79	707	523	969	306	3.343	1.035	
VALOR PRESENTE NETO															VAN	1.350	
TASA INTERNA DE RETORNO															TIR	20%	
RELACION BENEFICIO / COSTO															B/C	1,09	
PERIODO RECUPERACION															P/R	5,27	

CUADRO Nro 3.7.F : FLUJO DE EFECTIVO OPERATIVO

Año	FLUJO OPERATIVO ( miles Dolares)													
	Inversión Nueva	Ingreso Ventas	Costos de ventas	Utilidad Bruta	Gastos Administrativos y venta	EBITDA	Depreciación 5% anual	Utilidad Neta antes Impuestos (EBIT)	Impuestos 30%	Utilidad Neta despues Impuestos	Depreciación	Flujo de Caja libre	Valor Terminal	Flujo de caja total
0 2003	-													
1 2004	2.200													(2.200)
2 2005	-	1.584	919	665	50	615	110	505	152	354	110	464		464
3 2006	-	1.927	1.524	403	50	353	110	243	73	170	110	280		280
4 2007	-	2.007	1.594	413	50	364	110	254	76	178	110	288		288
5 2008	-	2.091	1.666	425	50	375	110	265	80	186	110	296		296
6 2009	-	2.179	1.743	437	50	387	110	277	83	194	110	304		304
7 2010	-	2.289	1.844	445	50	395	110	285	86	200	110	310		310
8 2011	-	2.424	1.959	465	50	415	110	305	91	213	110	323		323
9 2012	-	2.565	2.080	485	50	435	110	325	98	228	110	338		338
10 2013	-	2.605	2.087	518	51	468	110	358	107	250	110	360		360
11 2014	-	2.647	2.094	553	51	502	110	392	117	274	110	384		384
12 2015	-	2.677	2.102	574	51	523	110	413	124	289	110	399		399
13 2016	-	2.708	2.116	591	52	540	110	430	129	301	110	411		411
14 2017	-	2.740	2.131	609	52	557	110	447	134	313	110	423		423
15 2018	-	2.774	2.146	628	52	575	110	465	140	326	110	436		436
16 2019	-	2.810	2.163	647	53	594	110	484	145	339	110	449		449
17 2020	-	2.847	2.179	667	53	614	110	504	151	353	110	463		463
18 2021	-	2.885	2.197	689	53	635	110	525	158	368	110	478		478
19 2022	-	2.926	2.215	711	54	657	110	547	164	383	110	493		493
20 2023	-	2.968	2.234	735	54	681	110	571	171	399	110	509		509
20 2024		2.998	2.254	744	54	690	110	580	174	406	110	516	4.298	4.814
<b>VALOR PRESENTE NETO</b>												<b>TASA</b>	<b>12%</b>	
<b>TASA INTERNA DE RETORNO</b>												<b>VAN</b>	<b>952</b>	
<b>PERIODO RECUPERACION</b>												<b>TIR</b>	<b>17%</b>	
												<b>PR</b>	<b>6,80</b>	



CUADRO Nro 3.7.G : ANALISIS DE SENSIBILIDAD

		100%			5,00%			30%								
FLUJO OPERATIVO ( miles Dolares)																
Año	Inversión Nueva	Ingreso Ventas		Costos de ventas	Utilidad Bruta	Gastos Administrativos y venta	EBITDA	Depreciación 5% anual	Utilidad Neta antes Impuestos (EBIT)	Impuestos 30%	Utilidad Neta despues Impuestos	Depreciación	Flujo de Caja libre	Valor Terminal	Flujo de caja total	
0	2004	2.200													(2.200)	
1	2005	-		919	665	50	615	110	505	152	354	110	464		464	
2	2006	-	21,6%	1.524	403	50	353	110	243	73	170	110	280		280	
3	2007	-	4,2%	1.594	413	50	364	110	254	76	178	110	288		288	
4	2008	-	4,2%	1.666	425	50	375	110	265	80	186	110	296		296	
5	2009	-	4,2%	1.743	437	50	387	110	277	83	194	110	304		304	
6	2010	-	5,0%	1.844	445	50	395	110	285	86	200	110	310		310	
7	2011	-	5,9%	1.959	465	50	415	110	305	91	213	110	323		323	
8	2012	-	5,8%	2.080	485	50	435	110	325	98	228	110	338		338	
9	2013	-	1,6%	2.087	518	51	468	110	358	107	250	110	360		360	
10	2014	-	1,6%	2.094	553	51	502	110	392	117	274	110	384		384	
11	2015	-	1,1%	2.102	574	51	523	110	413	124	289	110	399		399	
12	2016	-	1,2%	2.116	591	52	540	110	430	129	301	110	411		411	
13	2017	-	1,2%	2.131	609	52	557	110	447	134	313	110	423		423	
14	2018	-	1,2%	2.146	628	52	575	110	465	140	326	110	436		436	
15	2019	-	1,3%	2.163	647	53	594	110	484	145	339	110	449		449	
16	2020	-	1,3%	2.179	667	53	614	110	504	151	353	110	463		463	
17	2021	-	1,4%	2.197	689	53	635	110	525	158	368	110	478		478	
18	2022	-	1,4%	2.215	711	54	657	110	547	164	383	110	493		493	
19	2023	-	1,4%	2.234	735	54	681	110	571	171	399	110	509		509	
20	2024	-	1,0%	2.254	744	54	690	110	580	174	406	110	516	4.298	4.814	
			3,507%											TASA	12%	
VALOR PRESENTE NETO			3,507%											2200	VAN	952
TASA INTERNA DE RETORNO													2200	TIR	17%	
PERIODO RECUPERACION														PR	6,80	

**CAPITULO IV**  
**LINEA TRANSMISION SECUNDARIA 60 KV TRUJILLO VIRU CON**  
**OPERACIÓN TEMPORAL EN 34,5 kV**

**4.1 Memoria Descriptiva.**

**4.1.1 Antecedentes**

La Sub Estación de Virú de 34,5/10 kV, 6 MVA, suministra energía eléctrica a las cargas eléctricas ubicadas en el distrito de Virú. La energía proviene de la Central Hidroeléctrica de San José de propiedad del Proyecto Especial de Chavimochic (PECH) a través de una línea de transmisión secundaria en 34,5 kV. La única Línea que alimenta a la SET Virú, no garantiza el crecimiento de la demanda y la calidad de suministro no esta de acuerdo a las tolerancias establecidas en las NTCSE.

**4.1.2 Objeto**

Con el propósito de proceder a la ejecución de la nueva Línea de Transmisión Secundaria SET Trujillo Sur – SET Virú, se ha elaborado el presente documento en el que se detallan los criterios de diseño a seguirse, las principales características y las consideraciones requeridas para su licitación y ejecución de las obras.

**4.1.3 Alcances del Estudio**

La ejecución del estudio esta estrechamente ligado de atender el crecimiento de la demanda ante la negativa del PECH en aumentar la potencia contratada con Hidrandina, para atender el crecimiento del sector agroindustrial. La ejecución de la nueva línea Trujillo Virú permitirá solucionar este problema y le dará mayor confiabilidad al Sistema Eléctrico de Virú.

**4.1.4 Ubicación del Proyecto**

El proyecto materia del presente estudio se ubica en el departamento de La Libertad, en las provincias de Trujillo y Virú; La línea parte desde la SET Trujillo Sur, distrito de Trujillo y culmina en la SET de Virú, ubicado en el distrito de Virú.

La **subestación Trujillo Sur**, se ubica en la urbanización Santa María, distrito de Trujillo, provincia de Trujillo, Región de La Libertad, a la altura del kilómetro 560 de la carretera panamericana norte, en la zona Nor-Occidental del Perú.

Su localización geográfica es la siguiente:

Longitud Oeste                    76°52' y 79°42'

Latitud Sur                        06°57' y 08°57'

Las coordenadas donde se ubica la subestación existente son las siguientes:

E – 718440; N – 9101340

E – 718440; N – 9101460

E – 718540; N – 9101340

E – 718540; N – 9101460

**La Subestación de Virú**, físicamente es existente. Su localización geográfica es la siguiente:

Longitud Oeste                    78°27' y 78°56'

Latitud Sur                        08°12' y 08°58'

Las coordenadas donde se ubica la subestación son las siguientes:

E – 744680; N – 9068240

E – 744680; N – 9068340

E – 744740; N – 9068240

E – 744740; N – 9068340

#### **4.1.5 Características Climatológicas**

Del análisis de la información meteorológica existente del área del proyecto proporcionada por el SENAMHI, y para otros proyectos de líneas de transmisión se verificarán las siguientes condiciones climatológicas para el diseño de la línea de transmisión:

Temperatura ambiental:

Máxima                            40°C

Media                                20°C

Mínima                            12°C

Máxima velocidad del viento:    70 km/h

Humedad relativa                    70 - 100%

Nivel Isocerámico                    0

#### 4.1.6 Trazo y Características de la Ruta de la Línea de Transmisión.

Los criterios que se han tomado en cuenta para la selección del trazo de la ruta son los siguientes:

- La ruta de la línea en lo posible debe ser la misma que ruta de la línea de transmisión en 138 kV Chimbote 1 – Trujillo Sur, cuya franja de servidumbre fue impuesta por Resolución Ministerial N° 225 – 97 – EM/DGE
- Escoger una poligonal que tenga la menor longitud posible y el menor número de vértices.
- Evitar zonas de fallas geológicas y cursos de agua.
- Aproximarse a trochas y caminos existentes de modo que faciliten el transporte y el montaje en la ejecución de la obra.
- Evitar cruzar zonas urbanas, arqueológicas y zonas de cultivo.
- Evitar el paralelismo con líneas de comunicaciones.

En el Anexo N° 9: Planos Línea Secundaria 60 kV Trujillo Virú, se presentan los planos, cuya relación se indica a continuación:

ITEM	DESCRIPCIÓN	NUMERO
01	DETALLE DE ESTRUCTURA TIPO "S1" - (0° - 1°)	LST-101
02	DETALLE DE ESTRUCTURA TIPO "Qs" - 03 RETENIDAS	LST-102
03	DETALLE DE ESTRUCTURA TIPO "Ha1" - (0° - 6°)	LST-103
04	DETALLE DE ESTRUCTURA TIPO "Ha2" - (0° - 8°) - 04 RET	LST-104
05	DETALLE DE ESTRUCTURA TIPO "Qa" - (50° - 90°) - 06 RET	LST-105
06	DETALLE DE ESTRUCTURA TIPO "Qa1" - (20° - 50°) - 04 RET	LST-106
07	DETALLE DE ESTRUCTURA TIPO "Qa2" - (0° - 35°) - 03 RET	LST-107
08	DETALLE CADENA DE SUSPENSIÓN Y ANCLAJE - AMORTIGUADORES	LST-108
09	DETALLE DE RETENIDA SIMPLE	LST-109
10	DETALLE DE PUESTA A TIERRA	LST-110
11	DETALLE DE PLACAS DE SEÑALIZACIÓN	LST-111
12	DETALLE DE POSTE DE MADERA	LST-112
13	PLANOS DE PERFIL Y PLANIMETRÍA	LST-113 A LST-147

La línea, de acuerdo al trazo, se inicia en el nuevo pórtico en 60 kV que será construido en la S.E. Trujillo Sur y se desplaza con el recorrido siguiente:

**Pórtico V0:** Del pórtico sale en un vano corto a la primera estructura que se ubicará en la berma central de la Avenida Gonzáles Prada, este punto constituye el denominado “V0”.



**V0-V2:** Partiendo del V0, los primeros 200 m. aproximadamente recorre por la berma central de la Av. Gonzáles Prada, por donde actualmente para una LP de 10 kV el cual deberá ser reubicado por el contratista a la vereda derecha de esta avenida.

La otra parte de este tramo se encuentra en terrenos de cultivo de maíz. Antes del V1 se presenta un cruce con la misma línea reubicada. Pasando el V1 se produce el cruce con dos líneas una de 10 kV y otra de 33 kV. Luego cruza la Av. Industrial llegando al borde de unos terrenos de cultivo de Caña, donde se ubica el V2.

**V2-V6:** En todo este tramo recorre por el borde de un canal de riego y por el límite de los terrenos de cultivo de caña.

**V6-V8:** Este tramo está típicamente constituido por terrenos de cultivo de maíz, otras plantas de similar altura. En el tramo V6-V7, se produce el cruce del río Moche.

**V8-V9:** Este tramo está constituido por terrenos con plantaciones de pequeña altura, plantaciones de maíz, espárragos y otros, existen también varios cruces con líneas primarias, los mismos que se detallan en los planos de perfil.

**V9-V13:** Todo este recorrido corresponde a arenas del sector de Salaverry, en las cercanías de la Carretera Panamericana.

**V13-V14:** En este tramo cruza un terreno con plantaciones de caña de azúcar.

**V14- V20:** Terrenos arenosos en las cercanías de la carretera Panamericana. En el V20, la línea se aproxima a la carretera panamericana.

**V20– V25:** Del V20 al V23, el recorrido es en forma paralela y por el lado izquierdo (en dirección a Virú) de la Carretera Panamericana. Del V23 al V25 cruza por terrenos de cultivo de espárragos aprovechando los bordes de las trochas de acceso existentes hasta llegar al V25 el cual se encuentra muy cerca de la entrada principal de la hacienda Nicolini.

**V25– V26:** Los primeros 1000 m. de este tramo está a un costado del AH Víctor Raúl. Luego pasa por terrenos de cultivo de maíz caña y pan llevar.

**V26-V27:** Este tramo está comprendido por terrenos de cultivo de baja altura, pasando el río Virú. El V27 se encuentra frente a la entrada principal de la SE Virú.

**V27– V29:** Este tramo es bastante corto. El V27 se ubica en el mismo punto donde se encuentra la penúltima estructura de la LST 34,5 kV CH Chavimochic – Virú, al borde la carretera principal a Virú. Del V27 al V28 se cruza la pista con un Vano



corto hacia un costado de la SE. Del V28 al V29 se sigue con un vano corto por un terreno abandonado para ubicar la entrada de la línea en forma perpendicular al Pórtico de la SE. Del V29 se ingresa con un Vano corto hasta el pórtico de la SET.

#### **4.2 Criterios Básicos de diseño.**

En general, los criterios de diseño utilizados se rigen por las siguientes Normas y disposiciones que se resume a continuación:

- Código Nacional de Electricidad
- E.H.V. Transmission Line Reference Book - Edison Electric Institute
- Transmission Line Reference Book 345 kV and Above Second Edition Electric Power Research Institute, 1982
- Código NESC, norma REA, VDE210 y otras normas internacionales específicas, las mismas que establecen los requerimientos mínimos a que se sujeta el desarrollo de la Ingeniería del presente Proyecto.
- VDE (Norma Alemana de Diseño de Líneas).
- Normas Técnicas emitidas por INDECOPI.

##### **4.2.1 Características generales de la línea.**

Tensión Nominal : 60 kV

Operación Inicial : 34,5 kV

Operación Final : 60 kV

Todos los diseños de la línea consideran la tensión nominal de 60 kV. La configuración geométrica predominante es la triangular, en las estructura vertical S1, en los armados Q y horizontal en los armados H (anclaje, tramos de amarre y cambios de dirección).

No. de circuitos : Uno (01), Simple terna

Longitud : 44,58 km.

Nº total de estructuras : 266

Nº de vértices : 29

Triangular : Estructuras S1,

Vertical : Qs, Qa1, Qa2, Qa

Horizontal : Ha1, Ha2.

Conductor : AAAC 240 mm<sup>2</sup>

##### **4.2.2 Criterios de Diseño Eléctrico.**

Están referidos a los siguientes conceptos:

Capacidad de corriente en los conductores

Distancias de seguridad en las estructuras y entre conductores y estructuras

Aislamiento y distancias entre conductor y estructura

#### 4.2.2.1 Capacidad de corriente en los Conductores

Para determinar la capacidad de corriente del conductor y las temperaturas de operación para diferentes potencias de transmisión se utiliza el concepto del balance térmico siguiente:

$$W_c + W_r = W_j + W_i \quad \text{donde :}$$

$W_c$  : Energía disipada por convección

$W_r$  : Energía disipada por radiación

$W_j$  : Energía absorbida por efecto Joule

$W_i$  : Energía absorbida por insolación

A efectos de determinar la temperatura máxima en los conductores se asumen las siguientes premisas:

Velocidad de viento	:	50 cm/seg
Intensidad de radiación solar	:	0,1 W/cm <sup>2</sup>
Coefficiente de absorción solar	:	0,9
Emisividad del conductor	:	0,9
Temperatura ambiente	:	máxima

Para el cálculo de la capacidad de corriente y la temperatura de los conductores se ha utilizado la norma ANSI/IEEE 738-1986 y la práctica usual en la construcción de líneas de transmisión en el Perú.

El conductor seleccionado para la Línea de Transmisión 66 kV Trujillo Sur - Viru, presenta las siguientes características:

- Material : Aleación de Aluminio
- Código : Cairo
- Sección nominal : 465.4 MCM
- Sección real : 236 mm<sup>2</sup>
- N° de hilos : 19
- Diámetro de los hilos : 3,98 mm
- Diámetro exterior : 19,88 mm
- Peso unitario : 0,650 kg/m
- Carga de rotura : 7 228 kg

- Módulo elasticidad final : 6 350 kg/mm<sup>2</sup>
- Coeficiente de expansión : 23 E-06 °C-1
- Resistencia eléctrica 20°C : 0,1421 ohm/km

#### 4.2.2.2 Distancias de Seguridad

Para determinar las distancias mínimas de seguridad se ha utilizado las recomendaciones de la Norma VDE 0210/12.85 y la práctica usual en la construcción de líneas de transmisión en el Perú.

En la distribución de estructuras, se asumen las siguientes distancias mínimas de seguridad para la condición más desfavorable de la flecha máxima y conductores verticales o desviados:

Altura de los conductores sobre

- Zonas no transitables por vehículos: 5,0 m
- Caminos transitables por vehículos: 6,0 m
- Carreteras y calles: 9,0 m
- Zonas inaccesibles o difícil acceso a personas: 5,0 m

Distancia a otras líneas que se cruzan

- De 138 kV: 4,0 m
- De 13.8 kV y menores: 2,5 m
- De Telecomunicaciones: 2,5 m

Distancia mínima a viviendas: 5,0 m

Distancia entre conductores y estructuras

- Estructura de suspensión
  - \* Cadena de aisladores verticales : 0,6 m
  - \* Cadena de aisladores oscilada 55 : 0,4 m
- Estructura de anclaje
  - \* Cuello muerto vertical : 0,6 m
  - \* Cuello muerto desviado 40 : 0,4 m
  - \* Cadena de anclaje : 0,6 m

#### 4.2.2.3 Aislamiento y Distancia entre Conductor y Estructura

En general, el diseño del aislamiento de la Línea de Transmisión esta de acuerdo con las exigencias de las sobretensiones de maniobra y tensiones máximas de operación a frecuencia industrial. Siendo una línea prácticamente al nivel del mar, y

en ausencia de descargas atmosféricas, el aislamiento viene a ser determinado por la contaminación, que se acumula en los aisladores. Para tal efecto, se ha seleccionado una línea de fuga específica de 29 mm/kV, en correspondencia a las recomendaciones de la Norma IEC 71-2, para contaminación elevada. En lo que se refiere al espaciamiento de aire, se ha tomado el siguiente criterio.

Los espacios de aire resultantes de la oscilación de la cadena de aisladores de suspensión en 15° deben ser capaces de soportar las máximas solicitaciones de sobretensiones de maniobra incluyendo las reducciones por efectos de humedad. Los espacios de aire resultantes de la oscilación máxima de la cadena de aisladores de suspensión en 55° deben ser capaces de soportar las máximas tensiones de servicio del sistema a 60 Hz, incluyendo las reducciones por efectos de humedad y lluvia.

Para el cálculo de los aisladores y espaciamientos se asume los siguientes valores:

- Factor de sobretensión por maniobra: 2,8 p.u.
- Tensión máxima del sistema: 72,5 kV
- Factor de corrección por humedad: 0,95

#### **4.2.3 Criterios de Diseño Mecánico.**

Los criterios a utilizar para el diseño mecánico de las instalaciones se regirán por las disposiciones del Código Nacional de Electricidad, de la norma alemana VDE 0210/5.69 y normas internacionales.

De acuerdo a la norma mencionada se considerará el esfuerzo unitario igual a 4,52 kg/mm<sup>2</sup> para el tensado del conductor en condiciones EDS iniciales, que corresponden al 15% del esfuerzo de rotura del conductor.

##### **4.2.3.1 Hipótesis de Calculo Mecánico**

Para el cálculo mecánico del conductor se ha considerado las siguientes hipótesis de acuerdo a las condiciones ambientales de la zona del proyecto, las que se muestran a continuación:

<b>HIPOTESIS N° 1</b>	<b>TENSION DE CADA DIA (E.D.S.)</b>
Temperatura media	20,0 °C
Presión de viento	0 kg/m <sup>2</sup>
Esfuerzo de trabajo	15% del U.T.S.
<b>HIPOTESIS N° 2 ESFUERZOS MAXIMOS</b>	
- Temperatura	10,0 °C



- Presión de viento : 15 kg/m<sup>2</sup>
- Esfuerzo de trabajo : 40 % de tiro de rotura

**HIPOTESIS N° 3 FLECHA MAXIMA**

- Temperatura máxima : 60 °C
- Presión de viento : 0

**HIPOTESIS N° 4 FLECHA MINIMA**

- Temperatura : 10,0 °C
- Presión de viento : 0 kg/m<sup>2</sup>

Se ha seleccionado el tiro EDS en condiciones iniciales igual a 15% del tiro de rotura del conductor; mientras que la máxima temperatura adoptada para la condición de flecha máxima será de 60 grados celsius, en donde se toma en cuenta el efecto “Creep” que actúa sobre el conductor.

**4.2.3.2 Ecuación de Cambio de Estado del Conductor**

Los cálculos preliminares para el cambio de estado del conductor para los diferentes vanos y las distintas condiciones ambientales, se basa en ecuación cúbica:

$$Tf^3 + Tf^2 \left[ \frac{d^2 Wi^2 E \cos^3 \phi}{24 S \sigma_i} + \alpha (t_2 - t_1) E S \cos \phi - \sigma_i S \right] - \frac{d^2 Wf^2 E S \cos^3 \phi}{24} = 0$$

Donde:

- Tf = tiro horizontal final (kg)
- d = vano (m)
- Wi = peso unitario inicial (kg/m)
- Wf = peso unitario final (kg/m)
- S = sección del conductor (mm<sup>2</sup>)
- $\sigma_i$  = esfuerzo horizontal unitario inicial (kg/mm<sup>2</sup>)
- t1 = temperatura inicial (°C)
- t2 = temperatura final (°C)
- $\alpha$  = coeficiente de dilatación lineal (1/°C)
- E = módulo de elasticidad final (kg/mm<sup>2</sup>)

$$\cos \phi = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{H}{D}\right)^2}}$$

- H/D = relación desnivel/vano

#### 4.2.3.3 Criterios de diseño y cálculo de estructuras de soporte

Las alturas del punto de amarre del conductor inferior para cada tipo de estructura se definen en función de la longitud de la estructura y la longitud de las cadenas de aisladores. Cada tipo de estructura típica ha sido diseñada en función de sus vanos característicos siguientes:

- Vano máximo: El vano más largo admisible de los adyacentes a la estructura, que determina las dimensiones geométricas.
- Vano viento: La longitud proyectada de la semisuma de los vanos adyacentes (para el cálculo de la carga debida al viento).
- Vano peso: La distancia horizontal entre los puntos más bajos (reales o ficticios) del perfil del conductor en los dos vanos adyacentes a la estructura y que determinan la reacción vertical sobre la estructura en el punto de amarre del conductor.

En el diseño de las estructuras, para las cadenas de suspensión la inclinación máxima debida a la presión del viento sobre el conductor y la cadena misma y al ángulo eventual de desviación de la línea está limitada a 45° por consideraciones de aislamiento.

#### 4.2.3.4 Cargas de Diseño de las Estructuras.

##### **Cargas Normales:**

En condiciones de cargas normales se admitirá que la estructura está sujeta a la acción simultánea de las siguientes fuerzas:

Cargas verticales:

- El peso de los conductores, aisladores y accesorios para el vano gravante correspondiente.
- El peso propio de la estructura.

Cargas transversales horizontales:

- La presión del viento sobre el área total neta proyectada de los conductores, y cadena de aisladores para el vano medio correspondiente.
- La presión del viento sobre la estructura.
- La componente horizontal transversal de la máxima tensión del conductor determinada por el ángulo máximo de desvío.

##### **Cargas Excepcionales**

En condiciones de carga excepcional se admitirá que la estructura estará sujeta, además de las cargas normales, a una fuerza horizontal correspondiente a la rotura de un conductor. Esta fuerza tendrá el valor siguiente:

- Para estructura de suspensión: 50% de la máxima tensión del conductor.
- Para estructura de anclaje y terminal: 100% de la máxima tensión del conductor.

Esta fuerza será determinada en sus componentes longitudinal y transversal según el correspondiente ángulo de desvío.

### **Cargas del Viento sobre las Estructuras.**

La carga del viento sobre la estructura será calculada de acuerdo a la formula siguiente:

$$W = q A$$

Donde:

W : Es la carga total del viento, en kg.

q : Es la presión del viento, en kg/m<sup>2</sup>.

El valor de la presión del viento se asumirá igual a 70 kg/m<sup>2</sup>.

A : Área neta proyectada de la estructura

## **4.3 Especificaciones Técnicas de suministro materiales línea 60 kV.**

### **a.1 Objeto y alcance**

Las Especificaciones Técnicas determinan, desde el punto de vista técnico, el alcance y las condiciones requeridas de cumplimiento obligatorio para el suministro de materiales.

El documento establece las especificaciones técnicas mínimas que deben cumplir los materiales Nacionales o Importados, en cuanto a materia prima, diseño, fabricación, pruebas, transporte y operación.

### **a.2 Tabla de Datos Técnicos**

Los valores ofertados por el Contratista en la Tabla de Datos Técnicos, deberán estar sustentados obligatoriamente con los respectivos catálogos de los fabricantes, y cuya información prevalecerá para efectos de evaluación y condiciones de calificación del Contratista.

Las Especificaciones indicadas en las Tablas de Datos Técnicos son complementarias y obligatorias a las especificaciones. En el **Anexo N° 3**, se muestran algunas tablas de materiales principales.

### **a.3 Colaboración y coordinación entre fabricantes**

Los fabricantes de los diversos equipos y materiales del Contratista, deberán prestarse mutua asistencia y colaboración para lograr la mejor coordinación de sus respectivos suministros, desde el punto de vista de la calidad, así como de los programas y ejecución de la fabricación y del montaje.

### **a.4 Normas**

#### **Normas Aplicables**

Todos los equipos y materiales del presente suministro, serán diseñados, contruidos y probados de acuerdo a las recomendaciones establecidas en las siguientes normas:

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION (IEC)

AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE (ANSI)

AMERICAN STANDARD TESTING MATERIALS (ASTM)

DEUTSCHE INDUSTRIE NORMEN (DIN)

VERBAU DEUTSCHE ELECTROTECHNIKER (VDE)

#### **Normas Equivalentes**

En el caso que un Postor oferte equipos y materiales de normas diferentes, esta deberá ser por lo menos igual o superior en las exigencias a la correspondiente norma IEC y en ningún caso inferior. El Postor deberá acompañar en su oferta una copia completa de la versión de la norma aludida

### **4.3.1 Postes y Crucetas de Madera**

#### **4.3.1.1 Normas Aplicables.**

Los postes y crucetas de madera serán suministrados de acuerdo a las Normas que se indican a continuación, con la versión vigente en la fecha de adquisición.

#### **Postes de madera:**

- ANSI 05.1: American National Standards Institute. Specifications and dimensions for wood poles.
- AWWA: American Wood Preservers' Association.

#### **Crucetas de madera:**

- ANSI 05.3: American National Standard for Wood Products – Solid Sawn – Wood crossarms and braces – specifications and dimensions.
- AWWA C25: American Wood Preservers' association standard. Sawn crossarms – Preservative treatment by pressure or thermal processes.



- AWWPA C1: American Wood Preservers' association standard. All timber products– Preservative treatment by pressure processes.

#### 4.3.1.2 Diseño y Fabricación

Los postes de madera serán del tipo “**Southern Yellow Pine**”. Las características generales de los postes de madera se detallan a continuación:

<i>Descripción</i>	<i>Unidad</i>	<i>Especificación</i>	
- Especie forestal		Southern Yellow Pine	Southern Yellow Pine
- Altura	Pie	60	60
- Categoría de uso: Grupo - Clase		1D	2D
- Circunf. mínima en la cabeza	Pulg.	27	25
- Circunf. mínima a 6 pies de la base	Pulg. m.	48 2,5	45 2,5
- Empotramiento	Kg.	2 045	1 682
- Carga de rotura Mínima	PSI	8000	8000
- Método de tratamiento		Vacío - presión	Vacío - presión
- Sustancia preservante		Pentachlorophen ol	Pentachlorophen ol

Los postes y crucetas serán seleccionados para su tratamiento, teniendo en cuenta que tengan suficiente espesor de albura y acondicionados para obtener las retenciones que la norma indica. El método de tratamiento, será el de celdilla vacía, a presión, empleando una solución de Pentachlorophenol.

Los postes serán marcados según la norma ANSI 05.01 (Cláusula 7.5) con fuego o se colocará una etiqueta metálica que garantice su durabilidad y legibilidad con la siguiente información:

- Nombre de la Empresa de Distribución (HDNA).
- Nombre del fabricante o símbolo.
- Mes y año de fabricación.
- Especie forestal y tratamiento preservante.

- Retención de preservante.
- Clase y longitud del poste.

Las **crucetas** a suministrarse el tipo de madera serán **Coastal Douglas Fir** de las siguientes dimensiones: 4" x 5" x 11' y 5" x 6" x 14'

Las características generales de las crucetas son las siguientes:

Descripción	Unidad	Especificación	
Especie forestal		Coastal Douglas Fir	Coastal Douglas Fir
- Categoría de uso (UCS)		3B	3B
- Longitud	Pie	11	14
- Sección rectangular	Pulg x Pulg	4 x 5	5 x 6
- Tensión de la fibra	PSI	7400	7400
- Método de tratamiento Preservante		Presión	Presión
Sustancia preservante		Pentachlorophenol	

Las crucetas serán marcadas según punto 6 de la norma ANSI 05.3, la marca será legible y durable, la marca se ubicará en los lados o base, con letras de no menos de 3/8" de altura y profundidad no mayor a 1/8", con la siguiente información:

- Nombre de la Empresa de Distribución (HDNA).
- Nombre del fabricante o símbolo.
- Mes y año de fabricación.
- Especie forestal de la madera.
- Designación del preservante, según AWP A M-6.
- Retención de preservante.

#### **4.3.2 Conductores de aleación de Aluminio**

##### **4.3.2.1 Normas.**

Las normas a ser usadas para el suministro de conductor de aleación de aluminio (AAAC), fabricación de los alambres, cableado de los conductores, pruebas e inspección, serán las siguientes, según la versión vigente a la fecha, en el orden y precedencia indicada.

- IEC 208 Aluminium Alloy stranded Conductor
- ASTM B 398 Aluminium - Alloy 6201-T81 Wire for Electrical Purposes
- ASTM B 399 Concentric Lay Stranded Aluminium Alloy 6201-T81 Conductors
- NTP 370.227 Conductor de Aleación de Aluminio

#### 4.3.2.2 Características del Conductor

El conductor de aleación de aluminio (engrasado) será cableado, concéntrico, desnudo, compuesto de 37 hilos. El cableado del conductor de aleación de aluminio estará compuesto de capas de alambres de aleación de aluminio 6201-T81.

Los hilos de la capa exterior serán cableados en sentido derecho, estando las capas interiores cableados en sentido contrario entre sí. Los conductores deberán ser engrasados en fábrica internamente por cada hilo y externamente con el conjunto de hilos. Las características generales del conductor de aleación de aluminio engrasado son las siguientes:

Descripción	Unidad	Especificación
- Material		Aleación de Aluminio
- Tipo		AAAC (6201-T81)
- Protección		Grasa Neutra
- Sección nominal	mm <sup>2</sup>	240
- Número de hilos		37
- Diámetro nominal exterior	mm	19,95
- Peso	Kg/Km	647,6
- Resistencia eléctrica C.C. 20 °C	Ohm/Km	0,1419
- Temperatura de operación	°C	80
- Carga de rotura	Kg	7 228

Para proteger los conductores de aleación de aluminio contra el peligro de corrosión, será empleada una grasa especial químicamente estable, que tendrá un alto coeficiente de fricción y también deberá resistir a las condiciones ambientales

prevalecientes en el sitio y a una temperatura permanente de 80 °C sin alteración de sus propiedades. Además cumplirá con los siguientes requerimientos:

Contenido de azufre cero.

No contendrá solvente inflamable.

Punto de goteo no menor de 140 °C.

Punto de inflamación no menor a 220 °C.

Penetración no menor de 170 mm/10 (ASTM D 217).

En el ensayo de cámara salina, la concentración de sal al 5% deberá ser mayor a 500 horas (ASTM 117), será compatible con otros productos grasos o gelatinosos utilizados en juntas y conexiones y mantener características inalterables al ser calentado 200 °C por encima del punto de goteo durante 168 horas. Las pérdidas de evaporación serán mínimas durante ciclos prolongados de sobrecarga térmica.

#### **4.3.2.3 Inspección y Pruebas**

El fabricante deberá contar con ambientes y equipos necesarios, así proporcionará las facilidades del caso, para las inspecciones y pruebas que se requieran previa coordinación con HIDRANDINA S.A. en forma anticipada.

Los instrumentos a utilizarse en las mediciones y pruebas deberán tener certificado de calibración vigente expedido por un organismo de control estatal o institución particular autorizada.

HIDRANDINA S.A. podrá verificar los datos relativos de peso, longitud de tramo en carretes, cuando lo considere oportuno, para lo cual el fabricante proporcionará las facilidades necesarias. Las Inspecciones y Pruebas se efectuarán de acuerdo a los procedimientos y recomendaciones de las Normas establecidas.

#### **Selección de las Muestras**

El número de muestras a escogerse y el procedimiento de selección, serán conforme a lo indicado en las Normas IEC-208 y ASTM B398.

#### **Pruebas de Tensión Mecánica**

Se efectuará una prueba de tensión mecánica o ruptura, sobre una muestra larga no menor de 5,0 m. de cable completo y acabado, registrándose el diagrama del alargamiento axial en función de la tensión aplicada. Las pruebas a Efectuarse Sobre los Alambres son:

- a) Medida del diámetro y control de la superficie de los alambres.
- b) Prueba de tensión mecánica



- c) Prueba de elongación
- d) Prueba de resistividad

### **Rechazo**

Si para una muestra de cualquier bobina, en la opinión de HIDRANDINA S.A., los resultados no están conforme con los requerimientos, dos muestras adicionales serán tomadas desde la misma bobina y probadas. Estas dos muestras deberán satisfacer los requerimientos, pues de lo contrario la bobina será rechazada y además todas las bobinas de la partida serán probadas. Si más del 20% de las bobinas de la partida son rechazadas, entonces se rechazará toda la partida.

### **Embalaje**

El conductor será entregado en carretes tipo caracol de madera, de suficiente robustez para soportar cualquier tipo de transporte y debidamente cerrado para proteger al conductor de cualquier daño.

## **4.3.3 Accesorios para Conductores de aleación de Aluminio**

### **4.3.3.1 Normas**

El material cubierto por estas Especificaciones Técnicas cumplirá con las prescripciones de las siguientes Normas, en donde sea aplicable, según la versión vigente en la fecha de la convocatoria a licitación:

- ASTM A 153 Zinc Coating (Hot dip) on Iron and Steel Hardware
- ASTM B 201 Testing Chromate Coatings on Zinc and Cadmiun Surface
- ASTM B 230 Aluminiun 1350-H19 Wire for Electrical Purpose
- ASTM B 398 Aluminiun-Alloy 6201-T81 Wire for Electrical Purpose

### **4.3.3.2 Características y descripción de los Accesorios.**

Todas las partes metálicas ferrosas excepto aquellas de acero inoxidable, serán galvanizadas según Norma ASTM A 153, debiendo tener espesor mínimo de galvanizado de 110 um. El galvanizado tendrá textura lisa y se efectuará después de cualquier trabajo maquinado. La preparación del material para el galvanizado y el proceso mismo del galvanizado no afectarán las propiedades mecánicas de las piezas trabajadas.

### **Varillas de Armar**

Las varillas de armar serán de Aluminio para conductor AAAC – 240 mm<sup>2</sup> y se instalarán sobre los conductores de fase y toda esta unidad estará dentro de la grapa suspensión. Serán del tipo preformado para ser montado fácilmente sobre los

conductores. Las varillas de armar deberán tener la forma tal como para evitar toda posibilidad de daños a los alambres del conductor, sea durante el montaje, sea durante la sucesiva explotación en cualquier condición de servicio.

Una vez montados, las varillas de armar deberán proveer una capa protectora uniforme, sin intersticios, y con una presión adecuada para evitar aflojamientos debido a envejecimiento. Las Características principales se indican a continuación:

Descripción	Unidad	Especificación
- Material		Aluminio
- Longitud	mm	1930
- Número de varillas		11
- Diámetro de cada varilla	mm	6,35
- Peso total (11 varillas)	Kg	2,0
- Rango de diámetro del conductor a reforzar	mm	19,88 – 20,67

#### **Junta de Empalme (Manguito de empalme)**

Serán de aleación de aluminio. Las juntas de empalme del conductor serán del tipo de compresión. El tiro de rotura mínimo será de 90% del tiro de rotura del conductor.

#### **Manguito de Reparación**

Serán de aleación de aluminio. El manguito de reparación del conductor será del tipo compresión. La longitud será adecuada a las secciones del conductor. La utilización del manguito será solamente en caso de leves daños locales en la capa exterior del conductor.

#### **Pasta para Aplicación a Conectores y Manguitos de Empalme**

La pasta especial es un compuesto rellenedor, de todos los accesorios de compresión, el cual será suministrado junto con dichos accesorios. La pasta será una sustancia químicamente inerte (que no ataque a los conductores) de alta eficiencia eléctrica (que produzca conexiones de baja resistencia eléctrica) e inhibidor contra la oxidación. La pasta deberá retener una viscosidad normal indefinidamente, no se escurrirá a temperaturas inferiores a 120° C y permanecerá manejable a -15 °C como mínimo. Será soluble con el agua y también será no

tóxico y tendrá larga vida en almacenamiento. El suministro de la pasta será en envases de cartucho de 500 gr., para inyectarlos en pistolas especiales.

### **Conectores de Empalme**

Los conectores de empalme del conductor serán del tipo vías paralelas de Aleación de Aluminio, para conductor de AAAC – 240 mm<sup>2</sup> según la Tabla de Datos Técnicos. El conector estará provisto de 3 pernos tipo “U” de aleación de aluminio. Serán utilizados para realizar empalmes en el conductor AAAC de 240 mm<sup>2</sup>, en aquellas partes del conductor no sometida a esfuerzos mecánicos.

### **Amortiguadores**

Serán de tipo espiral antivibración y se instalarán en los conductores de fase. Será fabricado de Cloruro de Polivinilo Sólido (PVC) de forma helicoidal, diseñado para operar en ambientes de temperatura desde –5°C hasta 160°C. Las pequeñas helicoidales están designadas para el agarre del conductor y los grandes helicoides destinados para la amortiguación. Las características principales de los amortiguadores se indican a continuación:

Descripción	Unidad	Especificación
- Material		Cloruro de Polivinilo Sólido
- Longitud	mm	1 680
- Peso	Kg	0,8
- Para conductor de diámetro	mm	19,32 – 22,25

## **4.3.4 Aisladores.**

### **4.3.4.1 Normas**

El suministro cumplirá con la última versión de las siguientes normas:

- IEC 120: Recomendaciones para el ensamblaje casquillo-bola.
- IEC 305: Características de los elementos de cadena de aisladores.
- IEC 372: Dispositivos de fijación para elementos de cadena de aisladores.
- IEC 382: Pruebas de aisladores de material cerámico o vidrio para línea aérea con tensión superior a 1000 V.
- IEC 437: Pruebas de radio interferencia en aisladores para alta tensión.

- IEC 506: Pruebas de sobretensión por maniobra.
- IEC 507: Prueba de contaminación artificial sobre aisladores de alta tensión

#### 4.3.4.2 Descripción y características del material.

##### **Material del Dieléctrico.**

El material del dieléctrico aislante deberá ser de porcelana vidriada. La porcelana será de una estructura homogénea, libre de defectos, cuidadosamente vitrificada. El vidriado será uniforme y cubrirá todas las partes del aislador no recubiertas por el metal

##### **Material de las Partes Metálicas**

El material de las partes metálicas deberá ser de hierro maleable o acero galvanizado en caliente, según Norma ASTM A 153, con pasadoras de bloqueo de material resistente a la corrosión, tal como bronce fosforoso. Las partes metálicas serán galvanizadas mediante inmersión en caliente para lograr una capa de zinc. El espesor mínimo de galvanizado será de 110 um.

##### **Fijación**

Los elementos aislantes serán fijados a las partes metálicas mediante cemento u otro material de fijación de una probada calidad, que no deberá reaccionar químicamente con las partes metálicas, ni ser motivo de fractura o aflojamiento debido a contracción y/o dilatación. Las características mecánicas y térmicas del material deberán quedar inalteradas en el tiempo, sin fenómenos de envejecimiento.

##### **Características**

Los **aisladores de suspensión** serán del tipo Antineblina con ensamble tipo bola y casquillo (Ball and Socket), deberán tener un acoplamiento IEC 120 - 16 mm, Asimismo, cada aislador estará provisto con **un ánodo de sacrificio**, cuya forma y material será un manguito de zinc impregnado sobre el vástago del aislador.

Los **aisladores tipo Line post** de montaje horizontal serán compactos es decir tendrá incluido la base que va fijada al poste y en el lado de la parte activa estará preparado para llevar una grapa de suspensión Los aisladores deberán llevar una indicación clara del modelo, marca de fábrica, año de fabricación y carga de rotura correspondiente. Finalmente, los aisladores deberán llevar una indicación clara del modelo, marca de fábrica, año de fabricación y carga de rotura correspondiente.

Las características generales de los aisladores de suspensión Line Post se resumen en el cuadro adjunto:

Descripción	Unidad	Especificación	
- Tipo		<b>Suspensión Antineblina</b>	<b>Line Post</b>
- Material dieléctrico		Porcelana	Porcelana
- Tipo de conexión		Casquillo - Bola	Horizontal
- Distancia de fuga mínima	mm	432	2 085
- Altura	mm	146	1 041
- Diámetro mínimo	mm	254	197
- Herrajes:			
Material		Acero forjado	Acero forjado
Norma de galvanizado		ASTM A153	ASTM A153
Espesor mínimo galvanizado	um	110	110
Material ánodo de sacrificio		Zinc	
- Valores Mecánicos			
Ruptura electromecánica combinada	kN	82	8
- Valores Eléctricos			
Impulso crítico positivo	kV	150	525
Impulso crítico negativo	kV	160	660
Tensión frecuencia industrial seco	kV	100	260
Tensión frecuencia industrial húmedo	kV	60	230
Perforación baja frecuencia	kV	130	

#### 4.3.4.3 Pruebas

##### Prueba de Tipo

Las pruebas de tipo se llevarán a cabo sobre una cadena de suspensión y otra de anclaje. Se llevarán a cabo las siguientes pruebas tipo:

- Prueba de resistencia a impulso según IEC-383.
- Prueba de resistencia bajo lluvia a frecuencia industrial según IEC-383.
- Prueba de radio interferencia según IEC-437.
- Prueba de contaminación según IEC-507.

##### Pruebas de Modelo



La selección de las muestras se efectuará en conformidad con las recomendaciones IEC-383. Se llevarán a cabo las siguientes pruebas de modelo:

- Verificación de las dimensiones según IEC-383.
- Prueba de ciclo de temperatura según IEC-383.
- Prueba de carga electromecánica según IEC-383.
- Prueba de perforación según IEC-383.
- Prueba de porosidad según IEC-383.
- Pruebas de galvanización según IEC-383. Se efectuarán las siguientes pruebas:
  - Prueba de uniformidad de la capa, mediante cinco (05) inmersiones.
  - Prueba del peso de zinc.

#### **Material de Rechazo**

El procedimiento a seguir para la repetición de las pruebas que no hayan superado las pruebas será conforme a las recomendaciones IEC-383. Los lotes no conformes a las prescripciones de prueba de las recomendaciones IEC-383 serán rechazadas.

#### **4.3.5 Accesorios para Aisladores**

**Piezas Bajo Tensión Mecánica:** Las piezas sujetas a esfuerzos mecánicos serán en acero forjado, adecuadamente tratado para aumentar su resistencia a choques y a rozamientos.

**Piezas Bajo Tensión Eléctrica:** Accesorios y piezas normalmente bajo tensión serán fabricados de material antimagnético.

**Resistencia a la Corrosión:** Los accesorios serán fabricados con materiales compatibles que no den origen a reacciones electrolíticas, bajo cualquier condición de servicio.

**Piezas de Fijación:** Las roscas de los pernos serán cubiertas con una grasa inmediatamente antes del ajuste en el montaje. Las chavetas para asegurar la fijación de los accesorios a la cadena de aisladores serán de acero inoxidable y serán apoyados por arandelas de tamaño y calibre adecuado.

**Galvanizado de materiales:** La galvanización tendrá textura lisa, uniforme, limpia y de un espesor estándar en toda la superficie. La preparación del material para el galvanizado y el proceso mismo de galvanizado no afectarán las propiedades mecánicas de las piezas trabajadas. El espesor mínimo de galvanizado será 90  $\mu\text{m}$ .

##### **4.3.5.1 Normas.**

El material cubierto por estas Especificaciones cumplirá con las prescripciones de las siguientes Normas, en donde sea aplicable, según la versión vigente en la fecha de la solicitud de presentación de ofertas.

- IEC 120: Recomendaciones para el ensamblaje casquillo-bola.
- IEC 305: Características de los elementos de cadena de aisladores.
- IEC 372: Dispositivos de fijación para elementos cadena de aisladores.
- ASTM B 6 Specification for slab zinc
- ASTM A 153 Zinc coating (hot dip) on Iron and Steel Hardware
- ASTM B 201 Testing Chromate Coating on Zinc and Cadmiun Surface

#### **4.3.5.2 Características y Descripción de los Accesorios**

##### **a) Pernos Ojo y Tuerca Ojo**

Serán fabricado de acero galvanizado por inmersión en caliente (espesor mínimo de galvanizado 90 um), con tuerca, arandela y contratuerca, de las siguientes dimensiones:

- Perno ojo de 3/4" x 8" con tuerca, contratuerca y arandela cuadrada plana de 3" x 3" x 1/4".
- Perno ojo de 3/4" x 14" con tuerca, contratuerca y arandela cuadrada curvada de 4" x 4" x 1/4".
- Tuerca Ojo de rosca de 3/4"

##### **b) Arandelas**

Serán fabricadas de acero galvanizado (espesor mínimo de galvanizado 90 um) y tendrán las dimensiones siguientes:

- Arandela cuadrada curvada de (3") de lado y (1/4") de espesor, con un agujero central de (13/16").
- Arandela cuadrada plana de (3") de lado y (1/4") de espesor, con agujero central de (13/16"). Tendrán una carga mínima de rotura al esfuerzo cortante de 55 kN.

##### **c) Adaptador Horquilla - Bola**

Será de acero forjado galvanizado en caliente (espesor mínimo de galvanizado 90 um), con una resistencia mínima a la rotura de 82 kN de superficies lisas y estarán libre de herrumbre, rebabas, aristas cortantes y otros defectos, de tal modo que las piezas puedan ensamblarse fácilmente.

Tendrá una longitud de 73 mm (2 7/8”), abertura de la horquilla de 23,81mm (15/16”). Provisto de un pin pasante de 16 mm (5/8”) de Ø y será del mismo material del adaptador.

#### **d) Adaptador Casquillo – Ojo Corto**

El adaptador Casquillo - Ojo a ensamblarse con el aislador de porcelana y la grapa de suspensión, será de acero forjado, galvanizado en caliente (espesor mínimo de galvanizado 90 µm), con una resistencia mínima a la rotura de 82 kN, longitud 52,39mm (2 1/16”), diámetro del ojo 11/16”.

#### **e) Adaptador Casquillo – Ojo Alargado**

El adaptador Casquillo - Ojo a ensamblarse con el aislador de porcelana y la grapa de anclaje, será de acero forjado, galvanizado en caliente (espesor mínimo de galvanizado 90 µm), con una resistencia mínima a la rotura de 82 kN, longitud 139,7mm (5 1/2”), diámetro del ojo 13/16”.

#### **f) Grapa de Suspensión para Conductor**

Las grapas de suspensión para los conductores de fase serán del tipo cable pasante, tan livianas como sean posibles y serán de aluminio, adecuada para utilizar con el conductor de aleación de aluminio de 240 mm<sup>2</sup> de sección, 19,95 mm de diámetro. La grapa de suspensión tendrá acoplamiento de horquilla. Las partes en contacto con el conductor y/o varilla de armar será de aleación de aluminio, lo más liviana posible; las demás partes serán de acero galvanizado en caliente (espesor mínimo de galvanizado 90 µm). Las características de la grapa se resumen en la tabla.

Descripción	Unidad	Especificación
- Material:		
Cuerpo y mordaza		Aleación de Aluminio
Perno “U”, pasante, tuerca		Acero galvanizado
Pasador de seguridad		Bronce
- Espesor mínimo de galvanizado	µm	180
- Carga mínima de rotura	kN	82
- Longitud	mm	225
- Abertura del acoplamiento horquilla	mm	38,89
- Diámetro del perno pasante	mm	16
- Diámetro de conductor mín - máx	mm	17,78 – 29,97

La grapa deberá tener el menor momento de inercia posible y deberá poder balancear libremente en el plano vertical hasta un ángulo de 60° con la horizontal. La cuña inferior de las grapas de suspensión será largo por lo menos 10 veces el diámetro del conductor, mientras que el taco superior tendrá el largo mínimo compatible con una distribución uniforme en la posición de ajuste. En todas las caras, la longitud de la grapa será la más adecuada al ángulo de enrollamiento del conductor en el punto de amarre. Tendrá una resistencia mínima a la rotura de 82 kN y no permitirá ningún deslizamiento ni deformación o daño del conductor con tensiones inferiores a 50% de la máxima tensión en lo relativo al conductor

**g) Grapa de Anclaje Tipo Pistola de 5 pernos para Conductor**

Serán del tipo pistola, de una pureza no menor al 99.5% de aluminio, para ser utilizados con el conductor de aleación de aluminio de 240 mm<sup>2</sup> de sección. La grapa de anclaje no permitirá ningún deslizamiento o daño de otro tipo del relativo conductor. La resistencia a la tracción no menor del 95% de la carga de rotura del conductor y estará provisto de 5 pernos de 12,70mm de diámetro, resistencia mínima a la rotura 82 kN, y un factor de seguridad igual a 2.

Será diseñada para eliminar cualquier posibilidad de deformación de los conductores cableados y de separación de los hilos del conductor. El pasador del Pin deberá ser de acero.

Descripción	Unidad	Especificación
- Material:		
Cuerpo y mordaza		Aleación de Aluminio
Perno "U", pasante, tuerca y arandela		Acero galvanizado
Pasador de seguridad		Bronce
- Espesor mínimo de galvanizado	µm	180
- Carga mínima de rotura	kN	82
- Número de pernos		5
- Diámetro del perno "U"	mm	12,70
- Diámetro del perno pasante	mm	19
- Abertura del acoplamiento horquilla	mm	35
- Diámetro de conductor mín - máx	mm	12,80 – 30,48

### 4.3.5.3 Pruebas

#### Prueba de Tracción

Estas especificaciones técnicas, son aplicables solamente a las piezas sujetas a esfuerzo mecánico. Las muestras, individuales o ensambladas según las instrucciones del Supervisor, serán montadas en la máquina de prueba en una posición tan cercana como sea posible a su posición en servicio. Una carga de tracción igual al 50% de la carga de ruptura mínima garantizada será aplicada y aumentada a una rapidez constante. La falla de las piezas no deberá ocurrir a una carga menor que la carga de ruptura mínima garantizada.

#### Prueba de Galvanización

La prueba de galvanización será llevada a cabo sobre las muestras de cada tipo de pieza galvanizada, de acuerdo con los requerimientos de la norma ASTM A 153.

### 4.3.6 Ferretería para Soportes de Madera.

#### 4.3.6.1 Normas

El suministro cumplirá con la última versión de las siguientes normas:

##### ACERO:

- SAE AMS 5046: Society of automotive engineers Standard for Carbon Steel, sheet, strip, and plate (SAE 1020 and SAE 1025) annealed.

##### GALVANIZADO:

- ASTM A153/ A 153M: Standard Specification for Zinc Coating (Hot-Dip) on Iron and Steel Hardware.

##### PERNOS MAQUINADOS:

- IEEE C135.1: American National Standard for zinc-coated steel bolts and nuts for overhead line construction.

##### ARANDELAS:

- ASTM 436M: Standard Specification for Hardened Steel Washers [Metric]

##### MUESTREO:

- NTP ISO 2859-1: Procedimientos de Muestreo para Inspección por Atributos.

#### 4.3.6.2 Perno Maquinado

Será de acero forjado, galvanizado en caliente (espesor mínimo de galvanizado 90  $\mu\text{m}$ ), estará provistas de tuercas y contratueras parte roscada de 6" y carga de rotura de 85 KN. Será de las siguientes dimensiones:



- Perno maquinado de 3/4"  $\phi$  x 12" long. con tuerca y contratuerca.
- Perno maquinado de 5/8"  $\phi$  x 6" long. con tuerca y contratuerca.
- Varilla Roscada (doble armado) de 3/4"  $\phi$  x 25" long. con tuerca y contratuerca.

#### **4.3.6.3 Arandelas.**

Serán fabricadas de plancha de fierro galvanizado (espesor mínimo de galvanizado 90  $\mu$ m) y tendrán las dimensiones siguientes:

Arandela cuadrada curvada de 4" x 1/4" de espesor, con un agujero central de 15/16".

Arandela cuadrada plana de 4" x 1/4" de espesor, con agujero central de (15/16").

#### **4.3.7 Material para Retenidas.**

##### **4.3.7.1 Normas**

El material cubierto por las presentes especificaciones, cumplirá con las prescripciones de las normas siguientes, según versión vigente a la fecha de la presentación de la oferta.

ASTM B 415 (ICONTEC 2474), para el cable de retenida tipo alumoweld.

ASTM B 416 (ICONTEC 2639), para el cable de retenida tipo alumoweld

ASTM B 502 (ICONTEC 2473), para el cable de retenida tipo alumoweld

ASTM B 549 (ICONTEC 2619), para el cable de retenida tipo alumoweld

ASTM B 6 Specification for slab zinc

ASTM A 153 Zinc coating (hot dip) on Iron and Steel Hardware

ASTM B 201 Testing Chromate Coating on Zinc and Cadmium Surface

##### **4.3.7.2 Perno Angular.**

Será de acero forjado y galvanizado en caliente espesor mínimo de galvanizado 90  $\mu$ m), 14" de longitud y 3/4" de diámetro, parte roscada de 6", según norma AISTM A153 estarán provistos de arandela cuadrada curvada, tuerca y contratuerca adecuadas. Se utilizara como enlace entre el cable Alumoweld de la retenida y la estructura soporte (poste de madera). Tendrá una carga mínima de rotura de 82 kN.

##### **4.3.7.3 Cable Alumoweld**

Los cables de acero con recubrimiento de aluminio (tradicionalmente conocidos como Alumoweld) se utilizarán en las retenidas de los postes y soportaran los esfuerzos a los cuales serán sometidos estos postes.

El calibre, requerido será de 7 hilos N° 9 AWG. (7/9 AWG) de 8,712mm (0.343") de diámetro total y 2,896mm (0,114") de diámetro de cada hilo. El cable es capaz de soportar una rotura mínima de 12496 lbs. de acuerdo a la norma ASTM B-416. Estos cables consisten en hilos de acero recubiertos de aluminio 1350, mediante un proceso de extrusión continua y endurecimiento por trefilación. El espesor del aluminio en cualquier punto no será menor que el 10% del radio nominal del alambre. El alambroón será de acero de alto contenido de carbono, aluminizado, trefilado y cableado en planta del fabricante y se acogerá a las más estrictas normas internacionales. Una de las principales características del cable alumoweld será su altísima resistencia a la corrosión lo cual será ventajoso su uso en ambientes de alta corrosión o polución industrial.

#### **4.3.7.4 Amarre Preformado**

La varilla o amarre preformado de Alumoweld servirá para sujetar al cable Alumoweld de 8,712mm (0,343") de Ø (7/9 AWG), a la estructura y varilla de anclaje. La mínima carga de rotura será de 82 kN.

#### **4.3.7.5 Varilla de Anclaje**

Será de acero forjado y galvanizado en caliente (espesor mínimo de galvanizado 90 µm), tendrá 3/4"Ø x 8' de longitud, estará compuesto por un ojal con doble canal, para instalar doble amarre preformado. Longitud roscada de 4" al otro extremo. Vendrá provisto de arandela, tuerca y contratuerca del mismo material. Tendrá una resistencia a la rotura mínima de 82 kN.

#### **4.3.7.6 Arandela de Anclaje**

Será de acero galvanizado de 4" x 4" x 1/2", estará provista de una perforación central de 13/16" Ø. Se utilizará en el extremo roscado de la varilla de anclaje para tirar el cable de la retenida con el bloque de concreto.

#### **4.3.7.7 Bloque de Concreto**

El bloque será de concreto armado de 1,50 x 0,60 x 0,30 m. fabricado con malla de acero corrugado de 3/8" Ø mm de diámetro, con una resistencia a la flexión de 3000 Kg. para la línea de transmisión e irá directamente enterrado en el suelo, debiéndose prever un agujero de 21 mm para la varilla de anclaje 3/4" Ø x 8' de longitud.

### **4.3.8 Accesorios para las Puestas de Tierra.**

#### **4.3.8.1 Varillas Copperweld**

El electrodo de puesta a tierra estará constituido por una varilla de acero revestida de una capa de cobre. Deberá ser fabricado con materiales y aplicando métodos que garanticen un buen comportamiento eléctrico, mecánico y resistencia a la corrosión. La capa de cobre se depositará sobre el acero mediante cualquiera de los siguientes procedimientos:

- Por fusión del cobre sobre el acero (Copperweld)
- Por proceso electrolítico
- Por proceso de extrusión revistiendo a presión la varilla de acero con tubo de cobre

El electrodo tendrá las siguientes dimensiones:

- Diámetro nominal                      16 mm
- Longitud                                    2,40 m

El diámetro del electrodo de puesta a tierra se medirá sobre la capa de cobre y se admitirá una tolerancia de + 0,2 mm y – 0,1 mm. La longitud se medirá de acuerdo con lo indicado en los planos del proyecto y se admitirá una tolerancia de + 5 mm y 0,0 mm. Uno de los extremos del electrodo terminará en punta de la forma que se muestra en los planos del proyecto.

Materiales

a) Núcleo

Será de acero al carbono de dureza Brinell comprendida entre 1300 y 2000 N/mm<sup>2</sup>; su contenido de fósforo y azufre no excederá de 0,04%.

b) Revestimiento

Será de cobre electrolítico recocido con una conductividad igual a la especificada para los conductores de cobre. El espesor de este revestimiento no deberá ser inferior a 0,254 mm.

#### **4.3.8.2 Soldadura Exotérmica - Cadweld**

Es usado para la unión física entre el cable de puesta a tierra (35 - 50 mm<sup>2</sup>) y la varilla de copperweld de 5/8" diámetro.

#### **4.3.8.3 Conector Conductor – Conductor (copperweld)**

Será fabricado en cobre de alta resistencia mecánica, de tipo doble vía, compuesta de dos pernos (similar a catálogo Burndy, código CP2525).

#### **4.3.8.4 Plancha doblada de cobre tipo “J”**

Se utilizará para conectar el conductor de puesta a tierra con los accesorios metálicos de fijación de los aisladores en los postes y crucetas de madera. Se fabricará con plancha de cobre, en forma de "J" de 3 mm de espesor y se aplicarán al poste sujetando al conductor. Irán provistos de un ojal para ingreso de pernos de 13/16" Ø.

#### 4.3.8.5 Grapas para fijar conductor a poste

Serán tipo Copperweld es decir de acero recubierto con cobre en forma de "U", con un recubrimiento mínimo de 10 mils de cobre y tendrán sus extremos puntiagudos para facilitar la penetración al poste de madera y la superficie de los conductores. Será adecuado para conductor de cobre de 35 y 50 mm<sup>2</sup>

#### 4.3.8.6 Conductor de puesta a tierra tipo Coperweld

Será de alma de acero con recubrimiento de cobre tipo Copperweld, de 7 N° 10 AWG de sección, con una conductividad del 40% y su fabricación estará en concordancia con la última versión de la Norma. El cableado será de 7 hilos en sentido dextrógiro. Su instalación será para uso exterior sobre la superficie de la cruceta y el poste de madera. Las características generales del conductor Copperweld 7 x 10 AWG son las siguientes:

Descripción	Unidad	Especificación
- Norma de fabricación		ASTM B227
- Material		Acero recubierto con cobre
- Diámetro nominal exterior	Pulg.	0,306
- Número de hilos		7
- Diámetro de cada hilo	Pulg.	0,102
- Grado	%	40 HS
- Mínimo esfuerzo de rotura	Lb.	9 196

#### 4.4 Especificaciones Técnicas de montaje de la línea 60 kV Trujillo Virú

Esta sección cubre aspectos que son comunes a las especificaciones que norman la construcción de la línea de transmisión del Proyecto. La construcción se hará de

acuerdo a las disposiciones del Reglamento Nacional de Construcciones, Código Nacional de Electricidad y Reglamento de Seguridad Industrial.

En principio, estas especificaciones tienen por objeto definir las exigencias y características del trabajo, describiendo las tareas específicas que deben ser ejecutadas por la Contratista, sin embargo, debe entenderse que tal descripción es solamente indicativa pero no limitativa, es decir, que será responsabilidad del Contratista ejecutar todos los trabajos que sean necesarios para completar totalmente la construcción de la línea aún cuando alguno de tales trabajos no hayan sido descritos ni numerados en forma específica en las Especificaciones y Tabla de Cantidades y Precios.

#### **4.4.1 Definiciones Generales.**

##### **Propietario**

Entidad propietaria de las instalaciones existentes y del proyecto materia del presente Estudio y ejecución. Entidad Contratante que suscribe un contrato de Ejecución de Obras con EL CONTRATISTA y delega la responsabilidad a un SUPERVISOR la administración del Contrato de obra.

##### **Supervisor**

Representante Técnico Administrativo del PROPIETARIO, quien tendrá a cargo la revisión y aprobación de la ingeniería, administración y supervisión de ejecución de la obra, aprobación de la ingeniería de detalle y procedimientos de montaje presentados por el Contratista. Responsable del control directo, permanente de la ejecución y fiel cumplimiento de todo lo estipulado en el Contrato de Obra.

##### **Contratista**

Empresa con la que EL PROPIETARIO, ha celebrado el Contrato de Obra para ejecutar los trabajos de obra de acuerdo al expediente de obra y el contrato suscrito para tal fin con el propietario.

##### **Cuaderno de Obra**

El Cuaderno de Obra, debidamente legalizado donde se registrarán las principales ocurrencias que se presenten en el proceso de la construcción. En este Cuaderno se anotarán las instrucciones que imparta el Supervisor, todas la órdenes, indicaciones, órdenes de trabajo y de cambio que efectúe el Supervisor.

#### **4.4.2 Disposiciones Generales**

**Servicios Generales:** Es responsabilidad del Contratista la provisión de los servicios de energía y agua en el lugar de la obra.



**Protección del trabajo y limpieza**

El Contratista deberá proteger adecuadamente el trabajo ya terminado, de cualquier daño, desperfecto o deterioro que pueda ser causado por la naturaleza del trabajo en ejecución, la acción de los elementos, al descuido de terceros o cualquier otra causa, hasta que todo el trabajo materia del Contrato haya sido debidamente terminado y aceptado por la Contratante. Todo trabajo terminado deberá quedar perfectamente limpio y libre de defectos. Si ocurriera cualquier daño, desperfecto o deterioro antes de la entrega y aceptación del trabajo, el Contratista hará las reparaciones necesarias a su propio costo y a satisfacción de la Supervisión.

Después de finalizado el trabajo, el Contratista limpiará completamente el área de trabajo, y todos los desperdicios serán eliminados o depositados en áreas previamente aprobadas por las Autoridades Locales.

**Permisos y licencias**

Será responsabilidad del Contratista obtener y pagar todos los permisos y licencias que sean requeridos para la ejecución de los trabajos. Será responsabilidad del Contratista también realizar los trámites para obtener el uso de terrenos y servidumbres para los trabajos temporales del proyecto. El Contratista deberá obtener y pagar lo siguiente:

- El terreno para las oficinas, almacenes, campamentos áreas de descarga y depósitos temporales, y otras facilidades que se requieran para la ejecución de los trabajos.
- Acuerdo con los propietarios para la compensación para la construcción de caminos de acceso que conecten la ruta de la línea con las carreteras de servicio público.
- Acuerdo con los propietarios para la compensación por daños a los cultivos, árboles, casas, cercos, edificios y otras propiedades de valor por los cuales el Contratista será responsable.

**Notificación de acceso**

Antes de comenzar los trabajos en cualquier propiedad, el Contratista será responsable de obtener del Supervisor un cuadro de los derechos de paso que muestre detalles de cualquier requerimiento especial de los arrendatarios o propietarios. El Contratista hará todos los arreglos necesarios (otros que para derechos de paso y de acceso permanentes) con los ocupantes antes de entrar al

terreno privado, pero si surgiera cualquier dificultad, el Contratista inmediatamente informará de esto al Supervisor.

### **Plano de Despejes**

Donde la ruta no vaya por una zona despejada, se llevará a cabo el despeje de todos los árboles y arbustos en una faja determinada en los Planos del Proyecto. Los árboles y arbustos serán cortados a una altura no mayor que un metro del nivel del suelo. Todos los árboles y arbustos caídos serán removidos en una faja de 10 m. a cada lado del eje central de la línea. Los árboles y arbustos caídos fuera de esta faja no deberán sobresalir más de dos metros del nivel del suelo.

### **Cruce de servicios públicos**

Antes de comenzar el tendido de los conductores a lo largo o transversalmente de líneas eléctricas, de telecomunicación, carreteras o ferrocarriles, el Contratista deberá notificar a las autoridades competentes la fecha y duración de los trabajos previstos. Cuando las autoridades juzguen necesario proteger al público y propiedades, para garantizar la normalidad del tráfico, el costo que ello signifique será por cuenta del Contratista.

### **Trabajo en equipos e instalaciones en operación**

Cuando el trabajo a ejecutar por el Contratista requiera alterar, modificar, reemplazar o sacar de servicio cualquier equipo o instalación en operación, el Contratista deberá someter con la debida anticipación y por escrito al Supervisor un programa detallado del procedimiento propuesto, que muestre paso a paso todas las operaciones a realizarse, el que deberá ser autorizado previamente.

El Contratista deberá coordinar con HIDRANDINA cuando se requiera interrumpir la operación de alguna de las instalaciones. El Contratista será responsable de las medidas de seguridad a tomar en estos casos.

### **Daños a propiedades y cosechas**

El Contratista tomará todas las precauciones para evitar daños a las propiedades públicas y privadas y asegurará que su personal esté apropiadamente supervisado e instruido a tal fin. El Contratista será responsable de todos los daños a propiedades, caminos, desagües, cercados, murallas, árboles, cosechas, y similares, que puedan producirse durante la ejecución de la Obra. El Contratista será también responsable del pago necesario a los propietarios para obtener el derecho de paso en caminos privados. El Contratista deberá notificar al Supervisor tan pronto como sea posible,

y de antemano donde sea previsible, todos los casos de daños, los cuales, en opinión del Contratista hayan sido inevitables.

La reparación y/o compensación por daños a los caminos, puentes, edificios, cercos y otras estructuras producidas durante el trabajo, y cualquier otra indemnización que sea de responsabilidad del Contratista deberá estar completamente resuelta a la fecha de efectuar las pruebas de puesta de servicio.

#### **Dirección Técnica del Contratista**

El Contratista mantendrá, durante todo el tiempo que demande la ejecución de la Obra, un Ingeniero Electricista, o Mecánico-Electricista Colegiado (Colegiatura vigente) como Residente, quién tendrá a su cargo la dirección técnica de la Obra de acuerdo a lo estipulado contractualmente.

#### **Planos de obra terminada**

Durante el proceso del montaje, el Contratista registrará en planillas de tipo aprobado y en un juego de planos y de perfil, todas las particularidades que permitirán una exacta referencia a la obra construida, en el caso de fallas o modificaciones efectuadas a las líneas.

Los planos y perfiles mostrarán la exacta ubicación de cada estructura, con marcas de referencia, de modo que, en unión con las planillas de la línea, se pueda rápidamente averiguar los tipos de estructuras, fundaciones, aisladores, ubicación de las juntas, etc. Los planos serán suplementados, y los perfiles marcados, donde sea necesario, por croquis, para delinear las posiciones límite de estructuras que no pueden ser claramente indicadas en los planos.

La información incluida en los mapas, perfiles, croquis, planillas estarán a la satisfacción de la Supervisión, a quien se le darán facilidades para que termine tales registros durante el proceso de las Obras.

#### **4.4.3 Transporte**

El Contratista será responsable del transporte de todos los equipos y materiales desde los almacenes del fabricante o proveedor hasta el lugar de la obra y tendrá en cuenta las disposiciones indicadas en las prescripciones generales de montaje.

El Contratista deberá proveerse de los equipos necesarios y suficientes para las maniobras de carga y descarga de los bultos en los sitios respectivos. El Contratista deberá elegir las rutas de transporte más convenientes a fin de evitar problemas de

transporte. Asimismo, deberá tener especial cuidado con la altura de puentes y túneles; de los cruces con las líneas de comunicación y energía.

#### **4.4.4 Excavaciones y Cimentación**

Todas las excavaciones deberán ser realizadas de acuerdo a lo dispuesto en estas especificaciones y en función de los alineamientos, cotas y dimensiones indicadas en los planos de detalle a nivel ejecutivo y/o por el Supervisor.

##### **4.4.4.1 Tipos de excavación**

###### **a) Excavación en material suelto**

Se considera material suelto todo aquel que pueda excavar a mano o por medios mecánicos, sin el uso de explosivos (Tierra blanda, tierra dura, arena o roca alterada). Asimismo se considera material suelto aquel constituido por bloques de roca o piedras sueltas, cuyo volumen no sobrepasa 0,75 m<sup>3</sup>. en caso de excavación libre y de 0,30 m<sup>3</sup> en zanjas o pozos. Se consideran incluidos en esta definición todos los materiales duros y compactos, tales como conglomerados, rocas blandas o desintegradas, que puedan ser excavadas a mano o mediante el uso de palas mecánicas o cables de arrastre. El empleo de explosivos en este tipo de material deberá ser aprobado por la Supervisión.

###### **b) Excavación en roca**

Se considerará como roca viva todo el bloque con un volumen mayor de 0,75 m<sup>3</sup> en caso de excavaciones libres o de 0,30 m<sup>3</sup> en zanjas o pozos, y de resistencia y estructuras tales que no puedan ser removidos o demolidos sin el empleo de explosivos. Incluirá también el concreto o mampostería existentes que deben ser destruidos, según ordenes de la Supervisión.

Los explosivos, fulminantes y mechas que se utilizarán deberán transportarse por cuenta del Contratista y almacenarse en lugares apropiados y de manera que estén protegidos contra accidentes, daños y robo. Las Leyes y reglamentos oficiales deberán cumplirse estrictamente. Los explosivos deberán ser almacenados en un barracón alejado de la obra y los detonadores no deberán nunca ser convenidos junto a los explosivos.

Toda roca fracturada fuera de los límites de excavación establecidas, por falta del cuidado del Contratista al efectuarse las voladuras, deberá rellenarse con concreto o como ordene la Supervisión y correrá por cuenta del Contratista. El Contratista, antes de iniciar las operaciones de excavación con explosivos, deberá someter a la

aprobación de la Empresa Propietaria los planos e informaciones que indiquen el sistema de perforación, el número y potencia de las cargas, la consecuencia de los encendidos y las medidas de precaución previstas.

La excavación en la cercanía de las estructuras de instalaciones o para el ajuste de los perfiles, para drenajes, zanjas, etc., o donde sea expresamente requerido, serán ejecutadas con métodos especiales y mediante el uso de explosivos de potencia reducida.

#### **4.4.4.2 Método de Excavación**

La excavación podrá ejecutarse con cualquier equipo de excavación y transporte que sea adecuado para este tipo de trabajo. El Contratista deberá someter a la aprobación de la Supervisión el método y plan de excavación que va emplear en las diferentes partes de la obra.

En el caso que la Supervisión durante la excavación no juzgue adecuado el método escogido por el Contratista, podrá pedir una modificación del método de excavación. En este caso, el Contratista deberá tomar inmediatamente todas las medidas necesarias para la modificación del método, estando a su cargo todos los gastos adicionales.

#### **4.4.4.3 Sobreexcavaciones**

El Contratista deberá tomar todas las precauciones posibles y usar los métodos de excavación más adecuados para evitar sobreexcavaciones. Los materiales por efecto de derrumbes o movimiento de masas que ocurra en las obras y que la Supervisión considere que se deba a negligencia del Contratista, deberá ser removido por cuenta del mismo. El Contratista deberá, a criterio de la Supervisión, rellenar las cavidades que queden como consecuencia de derrumbes o sobreexcavaciones con el material que la supervisión ordene, suministrando este, así como mano de obra y equipo necesarios, a su coste.

#### **4.4.4.4 Disposición de los Materiales Excavados**

El material de excavación se dispondrá en formas regulares y de tal manera que favorezca la esorrentía de las aguas, así mismo tendrán taludes que eviten cualquier derrumbamiento.

#### **4.4.4.5 Estabilidad de las excavaciones**

El Contratista deberá tomar las medidas necesarias para impedir los derrumbes y desprendimientos de piedras a fin de conservar los perfiles teóricos excavados hasta



vaciado del concreto. Los entibados, apuntalamientos y soportes que sean necesarios para sostener los lados de la excavación deberán ser provistos, erigidos y mantenidos para impedir cualquier movimiento que pudiera averiar, de alguna manera, el trabajo o poner en peligro la seguridad del personal, o cuando lo ordene la Supervisión. La Supervisión podrá ordenar al Contratista tener a disposición otras instalaciones y medidas de protección que juzgue necesarias.

#### **4.4.4.6 Cimentación para el izaje de postes**

El material de relleno deberá tener una granulometría razonable y estará libre de sustancias orgánicas, basura y escombros. Se utilizará el material proveniente de las excavaciones si es que reuniera las características adecuadas. Si el material de la excavación tuviera un alto porcentaje de piedras, se agregará material de préstamo menudo para aumentar la cohesión después de la compactación. Si por el contrario, el material proveniente de la excavación estuviera conformado por tierra blanda de escasa cohesión, se agregará material de préstamo con grava y piedras hasta de 10 cm de diámetro equivalente. El relleno se efectuará por capas sucesivas de 30 cm y compactadas por medios mecánicos. A fin de asegurar la compactación adecuada de cada capa se agregará una cierta cantidad de agua. Cuando la Supervisión lo requiera se llevarán a cabo las pruebas para comprobar el grado de compactación.

#### **4.4.5 Montaje de Postes y Soportes.**

Los postes de alineamiento, serán armados y colocados verticalmente, salvo en los ángulos, terminales, esquinas otros puntos de esfuerzo, donde serán colocados inclinados al lado contrario del esfuerzo de los conductores, dicha inclinación será igual a 10 mm por cada metro del poste, para el caso de los postes de madera. La instalación de las crucetas y armados se realizarán antes del izado e instalación de los postes.

El Contratista deberá someter a la aprobación de la Supervisión el procedimiento que utilizará para el izaje de los postes. En ningún caso los postes serán sometidos a daños o a esfuerzos excesivos. En lugares con caminos de acceso, los postes serán instalados mediante una grúa de 8 Tn montada sobre la plataforma de un camión.

En los lugares que no cuenten con caminos de acceso para vehículos, los postes se izarán mediante trípodes o cabrias. Antes del izaje, todos los equipos y herramientas, tales como ganchos de grúa, estribos, cables de acero, deberán ser cuidadosamente verificados a fin de que no presenten defectos y sean adecuados al

peso que soportarán. Durante el izaje de los postes, ningún obrero, ni persona alguna se situará por debajo de postes, cuerdas en tensión, o en el agujero donde se instalará el poste. No se permitirá el escalamiento a ningún poste hasta que éste no haya sido completamente cimentado.

Los postes deben ser instalados mediante una grúa montada sobre la plataforma de un camión de dimensiones medianas; se sujetarán cinco (5) cuerdas de control, tres (3) en la parte superior y dos (2) en la parte inferior del poste, aparte de la sujeción de la grúa al poste mediante cable y gancho en su centro de gravedad, con el objeto de ubicar el poste en el agujero y con la ayuda de una tablón de madera para el deslizamiento. Cuando se iza un poste, ningún obrero de la cuadrilla, ni persona alguna se situará por debajo de los soportes, cuerdas en tensión, en el agujero o donde el poste izado pueda caer. No se permitirá el escalamiento a ningún poste hasta que éste no haya sido satisfactoriamente anclado.

#### 4.4.5.1 Tolerancias y Ajustes

Todas las estructuras deberán estar verticales y bajo los esfuerzos producidos por las líneas aéreas terminadas y las tolerancias siguientes no serán sobrepasadas en una estructura completamente montada, antes y después del tendido de los conductores. Realizando el reglaje de la base, se debe verificar que:

La distancia entre postes no debe diferir de la medida teórica en más de 0,5 mm/m antes del Montaje del Conductor:

- Verticalidad : 1/480 Ht
- Alineamiento :  $\pm 5$  cm
- Orientación :  $1/2^\circ$
- Desviación de crucetas : 1/200 Dem. Donde:

Ht : Altura total

Dem: Distancia eje-extremo

Si las tolerancias indicadas no se cumplen, el Contratista desmontará y remontará inmediatamente correctamente las estructuras sin costo para el Propietario.

#### 4.4.5.2 Ajuste y Fijación de los Pernos

El ajuste final de todos los pernos será cuidadosa y sistemáticamente llevado a cabo, después del montaje de los armados, por una cuadrilla especial. A fin de prevenir daños a la galvanización de los pernos y tuercas, estas deberán ser ajustadas por medio de llaves hexagonales.

#### 4.4.5.3 Puestas a Tierra

Están conformadas por las conexiones a tierra de cada uno de las estructuras a través del conductor de Cooperweld de 35 mm<sup>2</sup> y la jabalina cooperweld 5/8"φ x 8' de longitud. En ocasión de realizar el replanteo topográfico se realizará la medición de la resistividad del terreno en cada una de las ubicaciones de las estructuras, utilizando para el caso formatos adecuados previamente aprobados por la supervisión, en el que se anotará además las condiciones del terreno y de la superficie. En base a los resultados de la resistividad instalara el tipo de puesta.

Para la puesta a tierra se ejecutara la excavación de las zanjas, la colocación de los contrapesos y el relleno compactado de las zanjas, con material apropiado proveniente de la excavación o de préstamo.

En presencia del Supervisor, el Contratista medirá la resistencia de la tierra de cada soporte eléctricamente puesto a tierra. En base a los resultados obtenidos, la Supervisión notificará al Contratista si la resistencia a tierra debe ser mejorada, en cuyo caso el Contratista colocará elementos adicionalmente de puesta a tierra, en conformidad con las instrucciones de la Supervisión.

Las planillas empleadas para registrar las pruebas de resistividad del terreno contendrán además, los valores de resistencia de puesta a tierra, elementos utilizados y cantidad de los mismos.

La medición y pago del sistema de puesta a tierra se hará conforme a la longitud instalada de conductor de Cobre 35 mm<sup>2</sup> y número de jabinas cooperweld de 5/8"φ x 2,4 m de longitud.

#### **4.4.6 Montaje del Conductor**

##### **4.4.6.1 Prescripciones Generales.**

###### **Método de Montaje**

El desarrollo, el tendido y la regulación de las flechas de los conductores se efectuarán de acuerdo a los métodos propuestos por el Contratista y aprobados por la Supervisión. Estos métodos serán tales que eviten esfuerzos excesivos y daños a los conductores, estructuras, aisladores y demás partes de la línea.

La Supervisión se reserva el derecho de controlar en cualquier momento los métodos propuestos por el Contratista y de prohibir algunos si ellos no presentan una completa garantía contra daños a la Obra.

###### **Equipos**

Todos los equipos completos con accesorios y repuestos, propuestos para el tendido, serán sometidos por el Contratista a la inspección y aprobación de la Supervisión. Antes de comenzar el montaje del tendido, el Contratista demostrará a la Supervisión en el sitio, la correcta operación de los equipos.

### **Suspensión del Montaje**

El trabajo de tendido y regulación de los conductores serán suspendidos si el viento en el terreno alcanza una velocidad tal que los esfuerzos impuestos a las diversas partes de la Obra, sobrepasan los esfuerzos correspondientes a la condición de carga normal (EDS). El Contratista tomará todas las medidas a fin de evitar perjuicios a la Obra durante tales suspensiones.

#### **4.4.6.2 Manipulación de los Conductores**

##### **Criterios Generales**

Los conductores serán manipulados con el máximo cuidado a fin de evitar cualquier daño en su superficie exterior o disminución de la adherencia entre los alambres y las capas. Los conductores serán continuamente mantenidos separados del terreno, árboles, vegetación, zanjas, estructuras y otros obstáculos durante todas las operaciones de desarrollo y tendido. A tal fin, el tendido de los conductores se efectuará por un método de frenado mecánico aprobado por la Supervisión.

Los conductores deberán extendidos de una manera tal que evite retorcimiento y torsiones, y no serán levantados por medio de herramientas cuyo material, tamaño o curvatura pudieran causar daño. La curvatura de tales herramientas no será menor que la especificación para las poleas de tendido.

##### **Grapas y Mordazas**

Las grapas y mordazas empleadas en el montaje del conductor serán de un diseño aprobado tal que evite movimientos relativos de los alambres y/o capas de los conductores, a menos que se fijen en los extremos de los conductores a ser posteriormente cortados.

Las mordazas que se fijan en los conductores, en puntos que quedarán en la línea, serán del tipo de mandíbulas paralelas con superficies de contacto alisadas y rectas. Su largo será tal como para permitir al conductor ser tendido sin doblar ni dañar los cables.

##### **Poleas**

Para las operaciones de desarrollo se utilizarán poleas en cojiñetes de rodamiento con un diámetro al fondo de la ranura igual a lo menos a 30 veces el diámetro del conductor. El tamaño y la forma de la ranura, la naturaleza del metal y las condiciones de la superficie serán tales que la fricción sea reducida a un mínimo y que los conductores estén completamente protegidos contra cualquier causa de daño. La profundidad de la ranura será suficiente como para permitir el tránsito del conductor y de los empalmes sin riesgo de descarrilamiento.

### **Empalme de los Conductores**

El Contratista buscará la mejor utilización de tramos máximos a fin de reducir al mínimo el número de juntas o empalmes.

El número y ubicación de las juntas de los conductores serán sometidos a la aprobación de la Supervisión antes de comenzar el montaje y el tendido. Las juntas no estarán a menos de 15 m desde la grapa de conductor más cercano. No habrá más que una junta por conductor en cualquier vano. No se emplearán empalmes en los siguientes casos:

- Separadas en menos de dos vanos.
- En vanos que cruzan ferrocarriles, líneas eléctricas o de telecomunicaciones, carreteras importantes, ríos, etc.

### **Herramientas**

Antes de iniciar cualquier operación de desenrollado, el Contratista someterá a la aprobación de la Supervisión por lo menos dos (2) compresores hidráulicos, cada uno de ellos completo con sus accesorios y repuestos, y con dos juegos completos de moldes para el conductor.

### **Preparación de los Conductores**

Particular atención será puesta para ver que los conductores y los barriles estén limpios, antes de insertar los conductores. Los extremos de los conductores serán cortados de manera de no presentar alambres dañados o faltantes. El corte de los conductores se hará con herramientas que aseguren un corte neto, sin menoscabo de los alambres y sin daños a las capas del conductor. La grasa protectora será cuidadosamente removida desde los extremos de los conductores.

Después de la compresión, los conductores serán reengrasados donde ellos salgan de las juntas, con el mismo tipo de grasa usada por su fabricante.

### **Ejecución de los Empalmes**



Los empalmes del tipo compresión para conductores serán ajustados en los conductores de acuerdo con las prescripciones del fabricante de tal manera que, una vez terminados presenten el valor más alto de sus características mecánicas y eléctricas.

#### **Manguitos de Reparación**

Donde los conductores han sido dañados, la Supervisión determinará si pueden ser utilizados manguitos de reparación o si los tramos dañados deben ser cortados y los conductores juntados, o si deben ser rechazados. Los manguitos de reparación no serán empleados sin la autorización escrita de la Supervisión en cada caso.

#### **Pruebas**

Una vez terminada la compresión de las juntas o de las grapas de tensión, el Contratista medirá con un instrumento apropiado y proporcionado por él, y en presencia de la Supervisión la resistencia eléctrica de la pieza, que no deberá sobrepasar la resistencia correspondiente del conductor de un largo igual.

#### **Registro**

El Contratista llevará un registro de cada junta, grapa de compresión, manguito, etc., indicando su ubicación, la fecha de ejecución, la resistencia eléctrica (donde sea aplicable) y el nombre del montador responsable.

Cuando el registro de las juntas hechas por un montador muestra un rendimiento inferior a la exigencia normal, el Contratista desistirá de emplear el montador de este tipo de operaciones e inmediatamente le reemplazará por otra persona calificada.

#### **4.4.7 Montaje de Aisladores y Accesorios**

Los aisladores serán manipulados cuidadosamente durante el transporte, ensamble y montaje. Los aisladores que estén agrietados, que presenten daños en su superficie o con otros defectos aparentes, serán separados y puestos de lado para que sean rechazados y marcados de manera indeleble, a fin de que no sean nuevamente presentados. Después del montaje, los aisladores estarán limpios, y libres de materiales extraños. Los aisladores serán montados por el Contratista de acuerdo con los detalles mostrados en los planos del proyecto.

#### **4.4.8 Tendido y Regulación de los Conductores**

El tendido y la regulación de los conductores serán llevados a cabo de manera que las tensiones y flechas indicadas en el Numeral 5.5.5 de este Capítulo, no sean

sobrepasadas para las correspondientes condiciones de carga; que la componente horizontal de la tensión resulte uniforme en toda sección y que las cadenas de suspensión sean verticales en todas las estructuras de alineamiento. El tendido será llevado a cabo separadamente por secciones delimitadas por estructuras de anclaje. El tendido intermedio será requerido cada vez que no es posible garantizar la uniformidad de la componente horizontal de la tensión entre todos los vanos de la sección, debido a la fricción en las poleas o a diferencia en el nivel del suelo. En tal caso, el Contratista tomará las medidas necesarias para evitar que las estructuras terminales del tendido intermedio sean sometidas a esfuerzos que sobrepasen los esfuerzos en condición de carga normal. Los cabrestantes y las máquinas frenadoras serán ubicados en posiciones tales que no produzcan esfuerzos excesivos en las estructuras más cercanas.

#### **4.4.8.1 Fijación de las Grapas**

Los conductores en poleas serán trasladados a su posición final con una tolerancia de 15 cm. A tal fin pueden ser usados los aisladores con las poleas fijadas debajo de los aisladores. En cada grapa de suspensión o anclaje el conductor será convenientemente limpiado y cubierto con grasa aprobada, y las varillas de armar serán montadas inmediatamente antes del ajuste en la grapa.

#### **4.4.8.2 Puesta a Tierra**

Durante y después del tendido, los conductores deberán ser puestos permanentemente a tierra, para evitar accidentes causados por inducción electrostática y/o cualquier otra eventualidad. El Contratista será responsable de la perfecta ejecución de las diversas puestas a tierra, las cuales deberán ser de plena satisfacción de la Supervisión. El Contratista anotará los puntos en los cuales se han efectuados las puestas a tierra de los conductores, con el fin de removerlas antes de la puesta en servicio de la línea.

#### **4.4.8.3 Amortiguadores**

Después que los conductores de la línea hayan sido tendidos a su flecha correcta, el Contratista montará los amortiguadores de vibración en cada conductor en la forma y a las distancias prescritas.

#### **4.4.8.4 Control de Flecha y Tensión**

Se dejará pasar el tiempo suficiente después del tendido y antes de la regulación de la flecha para que, el conductor se estabilice y al fijar las tensiones de regulación se

tomará en cuenta una oportuna asignación para asentamientos durante este período. La flecha y la tensión de los conductores serán controladas al menos en dos vanos por cada sección de tendido. Estos dos vanos estarán suficientemente lejos uno del otro para permitir una verificación correcta de la uniformidad de la tensión.

El Contratista proporcionará apropiados dinamómetros, equipos de medición topográficos, taquímetros y demás aparatos necesarios para un apropiado control del tendido. La Supervisión podrá disponer con la debida anticipación antes del inicio de los trabajos la verificación y recalibración de los dinamómetros. El control de la flecha sólo por medio visual no será aceptado.

#### **4.4.8.5 Tolerancias**

En cualquier vano, se admitirán las siguientes tolerancias del tendido:

- Flecha de cada conductor: 1 %
- Suma de las flechas de los tres conductores de fase: 0,5 %

#### **4.4.8.6 Registro del Tendido**

Para cada sección de la línea, el Contratista llevará un registro del tendido, indicando la fecha del tendido, la flecha de los conductores, así como la temperatura ambiente, temperatura del conductor y la velocidad del viento. El registro será entregado a la Supervisión al término del montaje.

#### **4.4.9 Instalación de la Puesta a Tierra**

Todas las estructuras serán puestas a tierra mediante conductores de copperweld fijados a los postes mediante grapas en "U" del mismo material y conectados a electrodos verticales de copperweld clavados en el terreno ó anillos equipotenciales alrededor de los postes. Se pondrán a tierra, mediante conectores, las siguientes partes de las estructuras:

- Las abrazaderas de sujeción de las cadenas de suspensión, suspensión angular y de anclaje.
- Las abrazaderas de sujeción de las retenidas.

Los detalles constructivos de la puesta a tierra se muestran en los planos del proyecto. Posteriormente a la instalación de puesta a tierra, el Contratista medirá la resistencia de cada puesta a tierra y los valores máximos que pueden obtenerse serán los siguientes:

- a. En zonas transitables: 20 ohms
- b. En zonas no transitables: 30 ohms.

#### **4.4.10 Inspección y Pruebas**

##### **Inspección de la Obra Terminada**

Después de la notificación del Contratista que el trabajo está terminado en una línea completa, la Supervisión inspeccionará la sección de la Obra acabada, a fin de emitir el certificado autorizando a proceder con las pruebas de puesta en servicio. Se verificará que a lo largo de toda la línea se cumplen los siguientes requerimientos:

- Que las distancias mínimas de seguridad sean respetadas.
- Que los conductores estén limpios, sin averías, libres de barro, ramas, alambres.
- Que las flechas de los conductores cumplan con las tablas de tendido y regulación.
- Que todos los embalajes y materiales sobrantes sean retirados del terreno.
- Que el despeje de los árboles esté conforme con los requerimientos de las especificaciones técnicas.
- Que los accesos y caminos de inspección estén terminados y en buenas condiciones.

##### **Inspecciones de Cada Estructura**

En cada estructura se verificará que hayan sido llevados a cabo los siguientes trabajos:

- Relleno, compactado, nivelado alrededor de las cimentaciones, la dispersión de la tierra sobrante, etc, hayan sido ejecutadas.
- Los soportes metálicos y de madera estén correctamente montadas con las tolerancias máximas prescritas y conforme a los planos de fabricación o ensamble aprobados por la Supervisión; debiendo comprobarse que los perfiles de acero no han sufrido torceduras o flexionamientos, y estar limpios y sin daño alguno en las estructuras de acero galvanizado.
- Los pernos y tuercas estén ajustados con arandelas, correctamente ajustados y asegurados, y pintados con pintura protectora donde sea requerido.
- Los aisladores estén montados en su correcta posición, en conformidad con las Especificaciones Técnicas y las instrucciones de la Supervisión.
- Los accesorios para los conductores estén montados de acuerdo con los planos y que estén completos.

- Que las retenidas estén reguladas con el esfuerzo adecuado.
- Los conductores estén correctamente engrapados.
- Todos los pernos, tuercas y chavetas de seguridad de cada elemento de los dispositivos de suspensión y anclaje estén correctamente asegurados.

### **Pruebas de Puesta en Servicio**

Las Pruebas de Puesta en Servicio serán llevadas a cabo por el Contratista de acuerdo con las modalidades y el programa previsto en los documentos contractuales.

El programa de las pruebas de puesta en servicio deberá abarcar en lo que sea aplicable para ésta línea:

- Determinación de la secuencia de fases.
- Medición de la resistencia eléctrica de los conductores de fase.
- Medición de la resistencia a tierra de cada soporte.
- Medida de aislamiento fase a tierra, y entre fases.
- Medida de la resistencia directa.
- Medición de la impedancia homopolar.
- Prueba de la tensión gradual, de ser posible.
- Prueba de la tensión brusca.
- Medición de corriente, tensión, potencia activa y reactiva, con la línea bajo tensión y en vacío.

La capacidad y la precisión del equipo de prueba proporcionado por el Contratista serán tales como para poder alcanzar resultados seguros.

Las pruebas de puesta en servicio serán llevadas a cabo en los plazos fijados contractualmente y con un programa aprobado por la Supervisión de manera que se garantice la operatividad del Sistema.

## **4.5 Cálculos Justificativos Línea 60 kV Trujillo Virú.**

### **4.5.1 Generalidades**

#### **DATOS DE LA LÍNEA**

- |                               |          |
|-------------------------------|----------|
| • Tensión Nominal de la Línea | 60 kV    |
| • Longitud                    | 44 km    |
| • Altitud Mínima              | 50 msnm  |
| • Altitud Máxima              | 500 msnm |



## CONDICIONES AMBIENTALES

- Temperatura Media 20°C
- Temperatura Mínima 12°C
- Temperatura Máxima 40°C
- Velocidad del viento 70 Km/h

### 4.5.2 Definición de las Hipótesis de Cálculo

Para la definición de las hipótesis de cálculo se ha tomado en cuenta la información de condiciones ambientales de la zona del proyecto y para la determinación de la máxima temperatura de operación se ha desarrollado el cálculo de capacidad térmica del conductor (Ampacity), habiéndose determinado el valor de 47°.

Para efectos de la hipótesis de flecha máxima se ha considerado un equivalente de incremento de temperatura por efecto CREEP de 15°. De acuerdo a estas consideraciones se ha planteado las siguientes hipótesis de cálculo:

#### 1° Hipótesis: EDS (Tensión media de explotación)

Temperatura	20°C
Velocidad del viento	cero
Esfuerzo EDS	5 kg/mm <sup>2</sup>

#### 2° Hipótesis: Máximo Esfuerzo

Temperatura	12°C
Presión del viento	23.6 kg/m <sup>2</sup>

#### 3° Hipótesis: Flecha máxima:

Temperatura	62°C
Velocidad del viento	cero

#### 4° Hipótesis: Temperatura mínima

Temperatura	10°C
Velocidad del viento	cero

#### 5° Hipótesis: Oscilación de la cadena

Temperatura	20°C
Presión de Viento	11,8 kg/m <sup>2</sup>

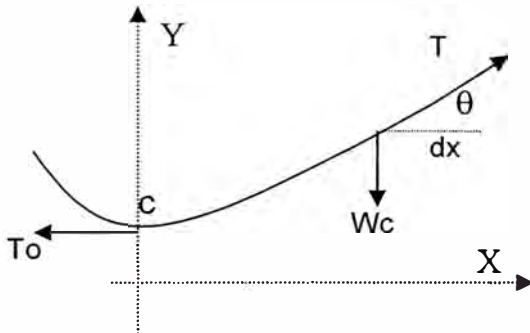
### 4.5.3 Cálculos Mecánicos con el Conductor

Los cálculos mecánicos del conductor se ha desarrollado haciendo uso del Software **DLT-CAD Ver 2004**. El DLT-CAD contiene las siguientes opciones:

- Ingreso de datos de nuevos conductores, estructuras, postes y aisladores.
- Cálculo Mecánico de Conductor.
- Generación del perfil topográfico.
- Distribución automática y/o manual de estructuras.
- Cálculo de ángulos de oscilación
- Tablas de esfuerzos de acuerdo al diseño.
- Tablas de flechados.
- Corte automático y exportación de planos.
- Generación de diferentes planillas de resultados.

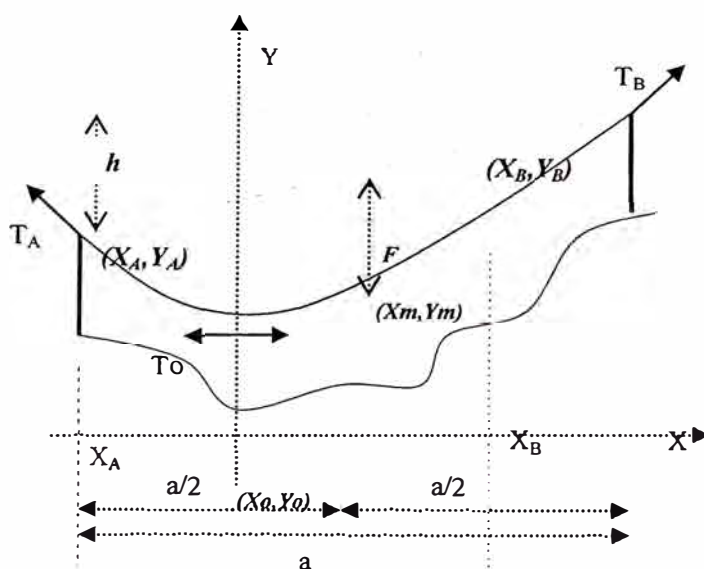
Para el cálculo mecánico de los conductores. Las hipótesis del cálculo son configurables por el usuario y permite exportar los resultados directamente a hoja de cálculo (Microsoft Excel); esta misma opción tiene la planilla de estructuras. A continuación se **presentan la formulación matemática que emplea el software** para el cálculo en mención.

**CÁLCULOS DE LA CATENARIA:** En los ejes X - Y de la Figura 4.1 se muestra las Ecuaciones Generales de la catenaria.



- 1)  $Y = C * \text{Cosh}(X/C)$  (Ecuación de la Catenaria)
- 2)  $C = \frac{T_0}{W_c}$ ; (Cálculo del parámetro C, conociendo  $T_0$ )
- 3)  $T = T_0 * \text{Cosh}(X/C)$  (Tiro del conductor en cualquier punto de la catenaria)

**Procedimiento de Cálculo:** En el diagrama de la figura 4.2 se muestran las ecuaciones que sustentan los cálculos que usa en software DLT CAD 2004



4)  $T_0 = C.Wc$  (Tiro Horizontal conociendo el parámetro C)

5)  $K = \frac{h}{a} \Rightarrow h = a.k$

6) 
$$X_m = C \cdot \text{ArcSenh} \left( \frac{\frac{h}{2C}}{\text{Senh} \left( \frac{a}{2C} \right)} \right)$$

7)  $X_A = X_m - a/2$  ;  $X_B = X_m + a/2$

8)  $L_A = C \cdot \text{Senh} \left( \frac{X_A}{C} \right)$  (Longitud del lado izquierdo de la catenaria)

$L_B = C \cdot \text{Senh} \left( \frac{X_B}{C} \right)$  (Longitud del lado derecho de la catenaria)

9)  $T_A = W_C \sqrt{C^2 + L_A^2}$  (Tiros en los extremos de la catenaria)

$T_B = W_C \sqrt{C^2 + L_B^2}$

10)  $F = C \cdot \text{Cosh} \left( \frac{X_m}{C} \right) \left[ \text{Cosh} \left( \frac{a}{2C} \right) - 1 \right]$  (Cálculo de la Flecha)

$$11) \quad Y_A = C \cdot \text{Cosh}\left(\frac{X_A}{C}\right) \quad Y_B = C \cdot \text{Cosh}\left(\frac{X_B}{C}\right)$$

12) ( Saeta )

$$S = Y_A + \frac{h(X_A)}{a} - C ; \text{ Si } Y_A < Y_B$$

$$S = Y_B + \frac{h(X_B)}{a} - C ; \text{ Si } Y_A > Y_B$$

$$S = F ; \text{ Si } Y_A = Y_B$$

$$13) \quad \theta_B = \text{ArcTan}\left(\text{Senh}\left(\frac{X_B}{C}\right)\right) \quad \text{Donde:}$$

To: Tiro horizontal.

C: Parámetro de catenaria.

Wc: Peso unitario del conductor.

S: Saeta

h: Desnivel

a: Vano Horizontal

Xm: Valor X del punto medio de la catenaria.

$\theta_B$ : Angulo de la catenaria en el lado derecho, respecto al eje X

Por otra parte, el cálculo de la constante C, conociendo el tiro en el extremo To, se indica en las ecuaciones 14) y 15).

$$14) \quad K_A = \frac{T_A}{W_C} + \frac{h}{2} ; \quad K_B = \frac{T_B}{W_C} - \frac{h}{2}$$

$$15) \quad C \cdot \text{Cosh}\left(\frac{a}{2C}\right) \cdot \sqrt{1 + \frac{h^2}{4C^2 \text{Senh}^2(a/2C)}} - K = 0 \quad \text{Donde:}$$

$$K = K_A ; \text{ Si } Y_A > Y_B$$

$$K = K_B ; \text{ Si } Y_A < Y_B$$

**ECUACIÓN DE CAMBIO DE ESTADO:** Antes de mostrar la Ecuación, definimos condiciones previas:

$$16) \quad W_r = \sqrt{(W_C + W_h)^2 + W_v^2}$$

$$17) W_v = P_v \left( \frac{\theta_c + 2e}{1000} \right)$$

$$18) W_h = K_h (e^2 + e\theta_c) \quad \text{Donde:}$$

$W_r$  : Peso unitario resultante del conductor (kg/m).

$W_h$  : Peso unitario adicional debido a la carga de hielo (kg/m).

$W_v$  : Pensi3n unitaria debido al viento sobre el conductor (kg/m)

$P_v$  : Presi3n del viento (kg/m<sup>2</sup>)

$k_h$  : Constante de costra de hielo.

$\theta_c$  : Diámetro del conductor en (mm)

$e$  : Espesor de hielo sobre el conductor en (mm)

Así mismo, la Ecuaci3n de cambio de estado se mostrara partiendo de:

$$19) \quad L_2 - L_1 = \alpha \cdot (\theta_2 - \theta_1) L_1 + \frac{T_{02} - T_{01}}{AE} L_1 \quad \text{Haciendo:}$$

$$\sigma_{01} = \frac{T_{01}}{A} ; \quad \sigma_{02} = \frac{T_{02}}{A} \quad \text{Se tiene la Ecuaci3n de cambio de Estado:}$$

$$20) \quad \frac{E \sqrt{4 \frac{\sigma_{02}^2 A}{w_{r2}^2} \text{Senh}^2 \left( \frac{aw_{r2}}{2\sigma_{02}A} \right) + h^2}}{\sqrt{4C_1^2 \text{Senh}^2 \left( \frac{a}{2C_1} \right) + h^2}} = E [1 + \alpha \cdot (\theta_2 - \theta_1)] - \sigma_{01} + \sigma_{02}$$

Para efectos de c3lculo por m3todos num3ricos la ecuaci3n 20) se presenta en el punto 21), previa sustituci3n de par3metros siguientes:

$$N = \frac{E}{\sqrt{4C_1^2 \text{Senh}^2 \left( \frac{a}{2C_1} \right) + h^2}}$$

$$M = E [1 + \alpha \cdot (\theta_2 - \theta_1)] - \sigma_{01} \quad \text{y} \quad P = \frac{2A}{W_{r2}}$$

**La ecuaci3n de cambio de estado ser3:**



$$21) \quad N \sqrt{P \cdot \sigma_{02}^2 \operatorname{Senh}^2 \left( \frac{a}{P \cdot \sigma_{02}} \right) + h^2} - M + \sigma_{02} = 0$$

La cual se resuelve mediante métodos numéricos y se obtiene el valor de  $\sigma_{02}$

y finalmente se calcula  $C_2 = \frac{\sigma_{02} A}{W_{r2}}$

### CÁLCULO DEL VANO GRAVANTE:

$$22) \quad T_{Ry} = T_a \cos(\alpha_a) + T_b \cos(\alpha_b) \quad 23) \quad V_p = \frac{T_{Ry}}{W_r}$$

$T_{Ry}$  : Tensión resultante en el eje Y

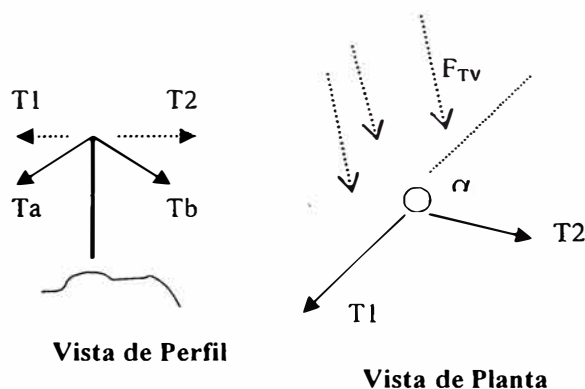
$\alpha_a$  : Ángulo de la catenaria “a” con el eje Y

$\alpha_b$  : Ángulo de la catenaria “b” con el eje Y

$V_p$  : Vano Gravante (Vano Peso)

### FUERZAS SOBRE EL SOPORTE POR EFECTO DE LOS CONDUCTORES.

En la figura 4.3 se muestra las fuerzas que actúan sobre el soporte por efecto de los conductores



$$24) \quad T_1 = T_a \cdot \operatorname{Sen}(\alpha_a)$$

$$25) \quad T_2 = T_b \cdot \operatorname{Sen}(\alpha_b)$$

$$26) \quad F_{TC} = T_1 \operatorname{Sen}(\alpha/2) + T_2 \operatorname{Sen}(\alpha/2)$$

$$27) \quad F_{TV} = P_v d \cdot \Phi_c \operatorname{Cos}(\alpha/2)$$

$$28) T_{R1} = \frac{T_1 (\sum hi) \text{Sen} \alpha_2}{heq}$$

$$29) T_{R2} = \frac{T_2 (\sum hi) \text{Sen} \alpha_2}{heq}$$

$$30) F_{RVC} = \frac{P_v \cdot d \cdot \Phi_c (\sum hi) \text{Cos} \alpha_2}{heq}$$

$$31) \vec{T}_R = \vec{T}_{R1} + \vec{T}_{R2} + \vec{F}_{RVC} + \vec{F}_{RVP}$$

$$32) \sigma_H = \frac{315.827 \times T_R h}{C^3}$$

$$33) P_{Cr} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{(K \cdot L)^2} ;$$

$$34) I = \frac{\pi \cdot D^4}{64}$$

$$35) Y_d = \frac{T_R h^3}{3EI} \quad \text{Donde:}$$

$d$  : Vano viento

$\Phi_c$  : Diámetro del conductor

$P_v$  : Presión del viento sobre el conductor

$heq$  : Altura del punto de aplicación de fuerzas transversales.

$hi$  : Altura de aplicación de las fuerzas debido a cada conductor.

$F_{RVC}$  : Fuerza equivalente transversal debido al viento sobre los conductores.

$T_R$  : Tensión resultante en punto de aplicación de fuerzas (en plano XY)

$h$  : Distancia del punto de aplicación de la fuerza a la línea de tierra

$C$  : Circunferencia del poste en la línea de empotramiento.

$\sigma_H$  : Esfuerzo máximo en la línea de empotramiento.

$P_{Cr}$  : Carga crítica de pandeo en el poste de madera.

$E$  : Modulo de elasticidad del material.

$I$  : Momento de inercia, a una altura del poste según normas.

$D$  : Diámetro sección circular.

$Y_d$  : Deflexión.

$T_R$  : Tensión resultante en el punto de aplicación de fuerzas.

En el **cuadro 4.4** Calculo mecánico de Conductor de 240 mm<sup>2</sup> de AAAC, se muestra los resultados y en el **anexo 5** se muestra la planilla de estructuras y la Tabla de tensado para los vanos del proyecto.

#### 4.5.4 Oscilación de la Cadena de Aisladores.

Se especificará el ángulo de oscilación máximo de la cadena de aisladores para el vano medio y vano gravante de cada una de las estructuras de suspensión, en

general este ángulo no podrá ser mayor a 60°. En caso que alguna estructura presente un ángulo de oscilación mayor a 60°, se utilizarán pesas adicionales para disminuir el ángulo. Entonces para  $\phi = 60^\circ$ .

En el caso de las cadenas de suspensión con posibilidades de girar en torno a la vertical por acción de las cargas transversales sobre los conductores debidas al viento y a la resultante de las tensiones mecánicas de los mismos, hay que tomar en cuenta el correspondiente ángulo de desviación de dichas cadenas. Este ángulo puede calcularse a partir de la siguiente expresión:

$$Tg(\phi) = \frac{2xT * Sin(\alpha / 2) + HSxPvx\phi c x Cos(\alpha / 2)}{Vs x Wc + 0,5xWa} \quad \text{Donde:}$$

$\phi$	:	Angulo de oscilación (grados)
T	:	Tensión del conductor
$\alpha$	:	Angulo de desviación de la línea
HS	:	Vano viento
Pv	:	Presión del Viento
$\phi c$	:	Diámetro del conductor
VS	:	Vano gravante
Wc	:	Peso unitario del conductor
Wa	:	Peso de la cadena de aisladores

Para el caso de las estructuras de suspensión sometidas a una desviación de la línea de 1° se observa que con una relación de vano viento/peso de 1,5 la cadena de aisladores oscila a un valor no mayor de 60°, mientras que para las estructuras tangenciales (ángulo de desvío de la línea de 0°) el mismo valor de 60° se daría para una razón vano viento a vano peso de 2,00. Sobre la base a estas observaciones definimos el ángulo de 60° como limite de oscilación de la cadena de aisladores.

Una vez distribuida las estructuras sobre el perfil altiplanimétrico se verificó el ángulo de oscilación en condición de máximo viento (Hipótesis II del cálculo mecánico de conductores), para cada estructura de suspensión; si en caso superara el ángulo de 60° se coloca la cantidad de contrapesos (250 N c/u) necesarios para reducir el ángulo; si no es posible se analiza la posibilidad de reubicar la estructura o colocar una estructura de anclaje. Entonces la distancia de seguridad en:

$$\text{Máximo Viento} = 0,40 \text{ m (frecuencia industrial)}$$

#### 4.5.5 Cálculo Mecánico Estructuras

Las estructuras son de madera, en disposición triangular para Alineamiento o de estructuras de suspensión; en disposición vertical para las estructuras de Angulo y finalmente la disposición horizontal para los soportes de anclaje. Las estructuras han sido definidas en función de los ángulos de trazo, y de los vanos encontrados en la distribución de la línea y las necesidades de mejorar la altura en los cruces de líneas. Las Estructuras definidas se resumen en el cuadro 4.6, así como los datos que se emplearan en el cálculo:

CUADRO N° 4.6 : PRESTACIONES DE LAS ESTRUCTURAS DE MADERA

SOPORTE	TIPO	LONG. (pies)	CL.	ANGULO HASTA (°)	VANO VIENTO (m)	VANO GRAVANTE (m)	VANO MAX. LATERAL (m)	NUMERO RETENIDAS
S1	Alineamiento	60	2	0	190	270	250	-
		60	2	1	130	195	200	-
Qs	Angular	60	1	50	330	495	300	3
Ha1	Retención	60	1	6	440	660	380	4
Ha2	Retención	60	1	8	310	465	380	4
Qa	Angular	60	1	90	340	510	300	6
Qa1	Angular	60	1	50	310	465	300	4
Qa2	Terminal	60	1	35	310	465	300	3

##### 4.5.5.1 Hipótesis de Cálculo.

En el cuadro 4.5 se muestran las hipótesis de cálculo para los soportes de madera:

Cuadro 4.5: Hipotesis de calculo Estructuras

Tipo de Apoyo	Hipotesis 1: Normal	Hipotesis 2: No Normal
Alineamiento	Cargas permanentes, con viento, Temperatura Minima	Cargas permanentes, con viento, Temperatura Minima, Rotura Conductor
Angulo	Cargas permanentes, con viento, Resultante Angulo, Temperatura Minima	Cargas permanentes, con viento, Temperatura Minima, Rotura Conductor
Anclaje	Cargas permanentes, con viento, Temperatura Minima	Cargas permanentes, con viento, Temperatura Minima, Rotura Conductor
Fin de Linea	Cargas permanentes, con viento, Desequilibrio Tracciones, Temperatura Minima	Cargas permanentes, con viento, Temperatura Minima, Rotura Conductor

#### 4.5.5.2 Características de los Postes.

Las características técnicas de los postes están descritas en el subtítulo 4.3.1.2; adicionalmente se indican datos complementarios necesarios para el cálculo:

	Clase 1	Clase 2
Esfuerzo máximo a la flexión	562 kg/cm <sup>2</sup>	562 kg/cm <sup>2</sup>
Longitud de empotramiento	2.5	2.5
Longitud libre del poste	15.8	15.8
Variación de la Deflexión ( $\delta\%$ )	$\leq 4\%$	$\leq 4\%$

#### 4.5.5.3 Base teórica y formulas empleadas en el calculo de estructuras.

Momento debido a la carga del viento sobre los conductores:

$$MVC = (PV)(L)(\phi_c)(\sum Hi) \cos \frac{\alpha}{2}$$

Momento debido a la carga de los conductores:

$$MTC = 2(T_c)(\sum Hi) \sen \frac{\alpha}{2}$$

Momento debido a la carga de los conductores en estructuras terminales:

$$MTR = T_c(\sum Hi) + MVP$$

Momento torsor debido a la rotura del conductor en extremo de cruceta:

$$M_t = [(R_c)(T_c)(\cos \alpha/2)][B_c]$$

Momento flector debido a la rotura del conductor en extremo de cruceta:

$$M_f = [(R_c)(T_c)(\cos \alpha/2)](HA)$$

Momento total equivalente por rotura del conductor:

$$MTE = (M_f/2) + (1/2)\sqrt{(M_f)^2 + (M_t)^2}$$

Momento debido al desequilibrio de cargas verticales:

$$MCW = (B_c)[(W_c)(L)(K_r) + WCA + WAD]$$

Momento debido a la carga del viento sobre la estructura:

$$MVP = [(P_v)(h_2)^2(Dm + 2Do)]/600$$

Momento total para hipótesis de condiciones normales, en estructura de suspensión:

$$MRN = MVC + MTC + MCW + MVP$$

Momento total para hipótesis de rotura del conductor en extremo de cruceta:



$$MRF = MVC + MTC + MTE + MVP$$

Momento total en estructura terminal:

$$MRN = MTC + MVP$$

Esfuerzo del poste en la línea de empotramiento, para hipótesis de condiciones normales:

$$R_H = \frac{MRN}{3,13 \times 10^{-5} \times (C)^3}$$

Esfuerzo del poste en la línea de empotramiento, para hipótesis de rotura de conductor:

$$R_H = \frac{MRF}{3,13 \times 10^{-5} \times (C)^3}$$

Carga crítica del poste debido a la compresión:

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(kl)^2}$$

Fuerza Equivalente en la Punta:

$$Fp = \frac{MRN}{0,9 \times Lp - 0,6 - 0,3}$$

Deflexión:

$$Y = \frac{10000 \times Fp \times (h - 0,3)^3}{3 \times EI}$$

Variación de la Deflexión:

$$\delta (\%) = \frac{100 \times Y}{h} \quad \text{Donde:}$$

$P_v$  = Presión del viento sobre superficies cilíndricas, igual a 23,6 kg/m<sup>2</sup>  
(Viento de 70 km/h)

$L$  = Longitud del vano-viento, en m

$T_c$  = Carga del conductor en kg

$\phi_c$  = Diámetro del conductor en m

$\alpha$  = Angulo de desvío topográfico, en grados

$D_o$  = Diámetro del poste en la cabeza, en cm

$D_m$  = Diámetro del poste en la línea de empotramiento, en cm

$h$  = Altura libre del poste, en m

Hi	=	Altura de la carga i en la estructura con respecto al suelo, en m
Bc	=	Brazo de la cruceta, en m
Rc	=	Factor de reducción carga del conductor por rotura, igual 0.5
Wc	=	Peso del conductor, en kg/m
WcA	=	Peso del aislador tipo Line post
WAD	=	Peso de un hombre con herramientas, igual a 100 kg
C	=	Circunferencia del poste en la línea de empotramiento, en cm
E	=	Módulo de Elasticidad del poste, en kg/cm <sup>2</sup>
I	=	Momento de inercia, en cm <sup>4</sup>
l(m)	=	Altura de fijación de la retenida en el poste
k	=	Factor que depende de la fijación en los extremos del poste
Lp	=	Longitud total del poste
Fp	=	Fuerza equivalente en la punta
Y	=	Deflexión en metros
δ	=	Variación porcentual de la deflexión

#### 4.5.5.4 Desarrollo del Calculo de estructuras

A continuación se presenta la forma metodológica como se ha desarrollado el cálculo para cada una de las estructuras del proyecto.

#### ESTRUCTURA DE ALINEAMIENTO "S1": HIPÓTESIS NORMAL.

Vano Viento:	130 m	Vano peso:	195 m
Angulo Topográfico: 1°		Hi : 14,6 m.	14,6 m      12,1 m.

#### **Momento debido a la carga del viento sobre los conductores**

$$MVC = (23,63)(130)(0,01995)(\text{Cos}0,5^\circ)(14,6 + 14,6 + 12,1) = 2531 \text{ kg-m}$$

#### **Momento debido a la carga de los conductores**

$$MTC = 2(1472,77)(\text{Sen}0,5^\circ)(14,6 + 14,6 + 12,1) = 1062 \text{ kg-m}$$

#### **Momento debido a la carga del viento sobre el poste:**

$$MVP = (23,63)(15,8)^2(35,8+2 \times 20,2)/600 = 749 \text{ kg-m}$$

#### **Momento Flector Total**

$$MRN = MVC + MTC + MVP = 2531 + 1062 + 749 = 4342 \text{ kg-m}$$

#### **Esfuerzo en la base del poste debido a la flexión**

$$Rh = (4342)/(3,13 \times 10^{-5} \times (112,43)^3) \quad Rh = 97 \text{ kg/cm}^2$$

#### **Coefficiente seguridad**

$$562/97 = 5,8 > 3 \quad (\text{Cumple con el coeficiente de seguridad})$$

**Fuerza equivalente en la punta**

$$F_p = (4\ 342)/(0,9 \times 18,3 - 0,6 - 0,3) \quad F_p = 278,9 \text{ kg}$$

**Deflexión**

$$Y = 10\ 000(278,9)(15,8 - 0,3)^3 / (3 \times 123\ 955 \times 45\ 900) \quad Y = 0,6 \text{ m}$$

**Variación de la deflexión**

$$\delta(\%) = 100 * (0,6) / (15,8) \quad \delta(\%) = 3,79\% \text{ (Cumple con la variación permitida)}$$

**ESTRUCTURA ALINEAMIENTO “S1”: HIPÓTESIS NO NORMAL.****Momento Torsor debido a la rotura del conductor en extremo de cruceta:**

$$M_t = (0,5)(1472)(\text{Cos}0,5)(1,675) = 1\ 232,75 \text{ kg-m}$$

**Momento flector debido a la rotura del conductor superior**

$$M_f = (0,5)(1472)(\text{Cos}0,5)(15,8) = 11\ 628,36 \text{ kg-m}$$

**Momento total equivalente por rotura del conductor**

$$MTE = 1\ 232,75/2 + 1/2 \sqrt{(1\ 232,75^2 + 11\ 628,36^2)} = 6\ 463,14 \text{ kg-m}$$

**Momento debido a la carga del viento sobre los conductores (fases sanas)**

$$MVC = (23,63)(130)(19,95 \times 10^{-3})(\text{Cos}0,5)(14,6 + 12,1) = 1\ 636,23 \text{ kg-m}$$

**Momento debido a la carga de los conductores (fases sanas)**

$$MTC = 2(1472,77)(\text{Sen}0,5)(14,6 + 12,1) = 685,9 \text{ kg-m}$$

**Momento debido a la carga del viento sobre el poste:**

$$MVP = 749 \text{ kg-m}$$

**Momento Flector Total**

$$MRF = MVC + MTC + MVP + MTE = 9\ 534,27 \text{ kg-m}$$

**Esfuerzo en la base del poste debido a la flexión**

$$R_h = (9\ 534,27) / (3,13 \times 10^{-5} \times (112,43)^3) = 214,33 \text{ kg/cm}^2$$

**Coefficiente seguridad**

$$562 / 214,33 = 2,62 > 2 \text{ (Cumple con el Coeficiente de Seguridad)}$$

**ESTRUCTURA DE ANGULO “Qa1”: HIPÓTESIS NORMALES**

Vano Viento	: 310 m	Vano peso	: 465 m
-------------	---------	-----------	---------

Angulo Topográfico	: 50°	Hi =	15,54 m.	13,44 m.	11,44 m.
--------------------	-------	------	----------	----------	----------

**Momento debido a la carga del viento sobre los conductores**

$$MVC = (23,63)(310)(19,95 \times 10^{-3})(\text{Cos}25^\circ)(15,54 + 13,44 + 11,44) = 5\ 340,92 \text{ kg-m}$$

**Momento debido a la carga de los conductores**

$$MTC = 2(1\ 477)(\text{Sen}25)(15,54 + 13,44 + 11,44) = 50\ 336 \text{ kg-m}$$

**Momento debido a la carga del viento sobre el poste:**

$$MVP = (23,63)(15,8)^2(38,18+2 \times 21,82)/600 = 803,24 \text{ kg-m}$$

**Momento Flector Total**

$$MRN = MVC + MTC + MVP = 5\,340,92 + 50\,336 + 803,24 = 56\,480 \text{ kg-m}$$

**Carga en cada uno de los cuatro (4) cables de retenida:**

$$R_{\text{Sen } 45^\circ} (2 \times 15,29 + 2 \times 13,19) = 56\,480 \text{ kg-m} = 1\,402,3 \text{ kg}$$

El cable de retenida a utilizarse es de Allumoweld; Carga de rotura de 5 680 kg

**El coeficiente de seguridad en el cable de retenida es:**

$$C.S = 5\,680 / 1\,402,3 = 4,05 > 2,0$$

Carga de compresión transmitida al poste por las retenidas:

$$RC = 4 \times R \cos 45^\circ = (4 \times 1\,402,3)(\cos 45^\circ) = 3\,966 \text{ kg}$$

Sumatoria de cargas verticales en el poste:

Por las retenidas	3 966 kg
Peso de aisladores y accesorios	288 kg
Peso de un operario con herramientas	100 kg
Peso del conductor	744 kg
Total	5 098 kg

**Carga Crítica de compresión sobre el poste**

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(kl)^2} \quad ; \quad I = \frac{\pi d^4}{64}$$

d = 28,34 cm (diámetro del poste a 9,49 m de la línea de tierra)

$$I = 31\,666 \text{ cm}^4 \quad E = 123\,955 \text{ kg/cm}^2 \quad K = 1$$

$$L = 14,24 \text{ m} \quad \text{Por lo tanto} \quad \mathbf{P_{cr} = 19\,104 \text{ kg}}$$

$$\text{Factor de seguridad:} \quad C.S = 19\,104 / 5\,098 = 3,75 > 3,0$$

**ESTRUCTURA DE ANGULO “Qa1”: HIPÓTESIS NO NORMAL**

Al romperse un conductor, en cualquier ubicación de la estructura, no se produce ningún desequilibrio de cargas en el poste, por lo que las cargas totales serán menores que en la hipótesis de condiciones normales.

**ESTRUCTURA DE ANGULO “Qa2”: HIPÓTESIS NORMAL**

Vano Viento: 340 m      Vano peso: 510 m

Angulo Topográfico: 90° Hi: 15,54 m. 13,44 m. 11,44 m.

**Momento debido a la carga del viento sobre los conductores**

$$MVC = (23,63)(340)(19,95 \times 10^{-3})(\text{Cos}45^\circ)(15,54 + 13,44 + 11,44) = 4\,570 \text{ kg-m}$$

**Momento debido a la carga de los conductores**

$$MTC = 2(1\,477)(\text{Sen}45)(15,54 + 13,44 + 11,44) = 84\,220 \text{ kg-m}$$

**Momento debido a la carga del viento sobre el poste:**

$$MVP = (23,63)(15,8)^2(38,18 + 2 \times 21,82)/600 = 803,24 \text{ kg-m}$$

**Momento Flector Total**

$$MRN = MVC + MTC + MVP = 4\,570 + 84\,220 + 803 = 89\,593 \text{ kg-m}$$

**Carga en cada uno de los seis (6) cables de retenida:**

$$R_{\text{Sen } 45^\circ} (2 \times 15,29 + 2 \times 13,19 + 2 \times 11,09) = 89\,593 \text{ kg-m}$$

$$R = 1601 \text{ kg}$$

El cable de retenida es de Allumoweld con una carga de rotura de 5680 kg

**El coeficiente de seguridad en el cable de retenida es:**

$$C.S = 5\,680/1601 = 3,55 > 2,0$$

**Carga de compresión transmitida al poste por las retenidas:**

$$RC = 6 \times R \cos 45^\circ = (6 \times 1\,601)(\text{Cos } 45^\circ) = 6\,792 \text{ kg}$$

Sumatoria de cargas verticales en el poste:

Carga vertical transmitida

Por las retenidas	6 792 kg
Peso de aisladores y accesorios	198 kg
Peso de un operario con herramientas	100 kg
Peso del conductor	817 kg
Total	7 907 kg

**Carga Crítica de compresión sobre el poste**

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(kl)^2} \quad ; \quad I = \frac{\pi d^4}{64}$$

d = 29,07 cm (diámetro del poste a 8,79 m de la línea de tierra)

$$I = 35\,034 \text{ cm}^4 \quad E = 123\,955 \text{ kg/cm}^2 \quad K = 1$$

$$l(m) = 13,19 \text{ m} \quad \text{Por lo tanto:} \quad P_{cr} = 24\,636 \text{ kg}$$



Factor de seguridad:  $C.S = 24\ 636 / 7\ 907 = 3,12 > 3,0$

### **ESTRUCTURA DE ÁNGULO “Qa2” : HIPÓTESIS NO NORMAL**

Al romperse un conductor, en cualquier ubicación de la estructura, no se produce ningún desequilibrio de cargas en el poste, por lo que las cargas totales serán menores que en la hipótesis de condiciones normales.

### **ESTRUCTURA DE SUSPENSIÓN ANGULAR “Qs”, HIPÓTESIS NORMAL**

Vano Viento: 330 m          Vano peso: 495 m

Angulo Topográfico: 50°    Hi: 15,54 m.      13,44 m.      11,44 m.

#### **Momento debido a la carga del viento sobre los conductores**

$$MVC = (23,63)(330)(19,95 \times 10^{-3})(\cos 25^\circ)(15,54 + 13,44 + 11,44) =$$

$$MVC = 5\ 685 \text{ kg-m}$$

#### **Momento debido a la carga de los conductores**

$$MTC = 2(1\ 477)(\sin 25^\circ)(15,54 + 13,44 + 11,44) = 50\ 336 \text{ kg-m}$$

#### **Momento debido a la carga del viento sobre el poste:**

$$MVP = (23,63)(15,8)^2(38,18 + 2 \times 21,82) / 600 = 803,24 \text{ kg-m}$$

#### **Momento Flector Total**

$$MRN = MVC + MTC + MVP$$

$$MRN = 5\ 685 + 50\ 336 + 803 = 56\ 824 \text{ kg-m}$$

#### **Carga en cada uno de los tres (3) cables de retenida:**

$$R \sin 45^\circ (15,29 + 13,19 + 11,09) = 56\ 824 \text{ kg-m} \quad \text{Por lo tanto:}$$

$$R = 2\ 030 \text{ kg}$$

El cable de retenida es de Allumoweld con una carga de rotura de 5680 kg

#### **El coeficiente de seguridad en el cable de retenida es:**

$$C.S = 5\ 680 / 2\ 030 = 2,8 > 2,0$$

Carga de compresión transmitida al poste por las retenidas:

$$RC = 3 \times R \cos 45^\circ = (3 \times 2\ 030)(\cos 45^\circ) = 4\ 308 \text{ kg}$$

#### **Sumatoria de cargas verticales en el poste:**

Carga vertical transmitida

por las retenidas	4 308 kg
peso de aisladores y accesorios	99 kg
peso de un operario con herramientas	100 kg
Peso del conductor	793 kg

Total 5 300 kg

### **Carga Crítica de compresión sobre el poste**

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(kl)^2} \quad ; \quad I = \frac{\pi d^4}{64}$$

d = 29,07 cm (diámetro del poste a 8,79 m de la línea de tierra)

I = 35 034 cm<sup>4</sup>      E = 123 955 kg/cm<sup>2</sup>      K = 1

l(m) = 13,19 m      Por lo tanto:      Pcr = 24 636 kg

Factor de seguridad:      C.S = 24 636/5 300 = 4,65 > 3,0

### **ESTRUCTURA DE SUSPENSIÓN ANGULAR “Qs”: HIPÓTESIS NO NORMAL**

Al romperse el conductor ubicado en la parte superior del poste (caso mas crítico), se produce una carga de flexión sobre la estructura, la cual debe ser contrarestada sólo por la capacidad mecánica del poste, pues las retenidas, por estar ubicadas en la bisectriz del ángulo de desvío, compensan las cargas de las fases sanas

#### **Momento flector debido a la rotura del conductor parte superior del poste:**

$$M_f = [(R_c)(T_c)(\cos \alpha/2)](HA)$$

Mf = (0,5)(1300)(Cos25°)(7,18) = 4 229 kg-m

Esfuerzo de flexión en la base del poste:

$$R_h = (4 229)/(3,13 \times 10^{-5} \times 120^3)$$

Rh = 78,29 kg/cm<sup>2</sup>

#### **Coefficiente seguridad**

562/78,29 = 7,18 > 2 (Cumple con el Coeficiente de Seguridad)

### **ESTRUCTURA DE RETENCIÓN VANOS LARGOS “Ha1”: HIPÓTESIS NORMAL**

Vano Viento: 440 m      Vano peso: 660 m      Angulo Topográfico: 6°

#### **Momento debido a la carga del viento sobre los conductores**

MVC = (23,63)(440)(19,95x10<sup>-3</sup>)(Cos3°)(15,54 + 15,54 + 13,44) = 9 223 kg-m

#### **Momento debido a la carga de los conductores**

MTC = 2(1 479)(Sen3°)(15,54 + 15,54 + 13,44) = 6 892 kg-m

#### **Momento debido a la carga del viento sobre los dos (02) postes:**

$$MVP = 2x(23,63)(15.8)^2(38,18+2x21,82)/600 = 1\,606 \text{ kg-m}$$

### **Momento Flector Total**

$$MRN = MVC + MTC + MVP = 9\,223 + 6\,892 + 1\,606 = 17\,721 \text{ kg-m}$$

Esfuerzo en la base de cada poste debido a la flexión

$$Rh = (8\,860,5)/(3,13 \times 10^{-5} \times 119,93^3)$$

$$Rh = 164,1 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Coeficiente de seguridad: } 562/164,1 = 3,42 > 3$$

### **ESTRUCTURA DE RETENCIÓN VANOS LARGOS “Ha1” HIPÓTESIS NO NORMAL**

Se considera el tiro unilateral de 2/3 de los tiros máximos en los extremos de los conductores, es decir, rotura de dos conductores situados en los extremos de la cruceta superior. No existe momento de torsión, pues, las cargas en los extremos de la cruceta son iguales

**Momento flector debido a la rotura de los conductores en los extremos de la cruceta:**

$$Mf = [(R_c)(T_c)(\text{Cos } \alpha/2)](HA)$$

$$Mf = (0,5)(1252)(\text{Cos}3^\circ)(15,54+15,54) = 19\,429 \text{ kg-m}$$

Carga en cada uno de los dos cables de retenidas:

$$(R_{\text{sen}45^\circ})(15,24+15,24) = 19\,429 \quad \text{Por lo tanto: } R = 901 \text{ kg}$$

El cable de retenida a utilizarse tiene un tiro de rotura de 5680 kg; El coeficiente de seguridad en el cable de retenida es:

$$C.S = 5680/901 = 6,3 > 2$$

**Carga de compresión transmitida al poste por las retenidas:**

$$RC = 2xR\text{cos } 45^\circ = (2x901)(\text{Cos } 45^\circ) = 1\,274 \text{ kg}$$

**Sumatoria de cargas verticales en el poste:**

Carga vertical transmitida

por las retenidas	1 274 kg
peso de aisladores y accesorios	198 kg
peso de un operario con herramientas	100 kg
Peso del conductor	704 kg
Total	2 277 kg

La carga vertical en cada poste es:  $2\,277/2 = 1\,138,5 \text{ kg}$

**Carga Crítica de compresión sobre el poste**

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(kl)^2} \quad ; \quad I = \frac{\pi d^4}{64}$$

$d = 27,65$  cm (diámetro del poste a 10,16 m de la línea de tierra)

$I = 28\,689$  cm<sup>4</sup>       $E = 123\,955$  kg/cm<sup>2</sup>       $K = 1$

$l(m) = 15,24$  m      Por lo tanto :       $P_{cr} = 15\,112$  kg

Factor de seguridad:      C.S =  $15\,112 / 1\,138,5 = 13,27 > 3,0$

#### 4.5.6 Calculo del Nivel Aislamiento

##### 4.5.6.1 Diseño del aislamiento por sobre tensiones a frecuencia industrial.

Se calcula el sobrevoltaje pico línea a tierra a frecuencia industrial (VF1):

$$VF_1 = \frac{V_{LL}\sqrt{2}}{\sqrt{3}} \times K_{sv} \times K_f \quad \text{Donde:}$$

$\frac{V_{LL}}{\sqrt{3}}$  = Valor de la tensión eficaz línea a tierra

$K_{sv}$  = Sobrevoltaje permitido en operación normal, 5% ( $K_{sv} = 1.05$ ).

$K_f$  = Factor de incremento de la tensión en las fases sanas durante una falla monofásica a tierra ( $K_f = 1.25$ ). Reemplazando se obtiene:

$$VF_1 = 64,299 \text{ kV pico}$$

El voltaje Crítico Disruptivo (VCFO) se calculará con la expresión definida por la IEC.

$$VCFO = \frac{VF_1}{(1 - 3\sigma)} \quad \text{Donde:}$$

$\sigma$  = 2,5 % para voltaje de impulso debido a sobre tensiones de maniobra seco ó húmedo y voltaje a frecuencia industrial húmedo.

Reemplazando valores se obtiene: VCFO = 69,51 kV pico.

Factores de corrección:

Densidad relativa del aire : 0,98

Humedad : 0,98

Lluvia : 0,97

Tensión crítica disruptiva (VCFO) corregida a condiciones de trabajo

$$VCFO_c = \frac{69,14}{0,98 \times 0,98 \times 0,97} = 74,61 \text{ kVp}$$

#### 4.5.6.2 Cálculo de la Distancia de Fuga Requerida Df

La atmósfera de la zona donde se encuentra la línea de 60 kV es considerada de contaminación severa, provista de ciertos vientos que podrían impregnar cierta depósito de sal equivalente sobre los aisladores. Para un nivel de contaminación IV (Muy fuerte) de acuerdo a la norma IEC 60071-2 se considera una línea de fuga específica de **31 mm/kV**, que representa un requerimiento de línea de fuga total que alcanza a 2046 mm

$$Lf \hat{=} 1,1 \times 60 \text{ kV} \times 31 \text{ mm/kV} = 2046 \text{ mm}$$

El número mínimo requerido de aisladores antineblina con línea de fuga de 430 mm será:  $N^\circ \text{ unid} = 2046 / 430 = 4,76$ ;

Redondeando al valor entero próximo se determina que la cadena constará de 5 unidades para cadenas en suspensión y de acuerdo a las recomendaciones de la REA se tendrá una unidad adicional para las estructuras de ángulo.

La carga de rotura de los aisladores (8 200 kg) esta prevista a soportar el tiro máximo de los conductores. Para el conductor AAAC 240 mm<sup>2</sup> se tiene:

Carga de rotura del conductor	= 7 228 kg
Tiro máximo del conductor	= 40% x 7 228 = 2 891 kg
Factor de sobrecarga	= 1,0
Tiro máximo sobrecargado	= 1,0 x 2 891 = 2 891 kg
Factor de resistencia del aislador	= 0,5
Carga min. de rotura del aislador	= 2 891 / 0,5 = 5 782 kg
Verificación	5 782 < 8200 (conforme)

#### 4.5.7 Cálculos Puesta a Tierra

##### 4.5.7.1 Configuración A1: Resistencia de Puesta a Tierra de los 2 electrodos verticales en paralelo.

La resistencia de puesta a tierra de un electrodo vertical será:

$$R_1 = \frac{\rho}{2\pi l} \ln \frac{4l}{d} \quad \text{Donde:}$$

$$l = 2,4m. \quad \text{Longitud del electrodo}$$



$d = 0,0159m$ , diámetro del electrodo Reemplazando:

$$R_1 = \rho(0,4246) \quad \text{ohmios}$$

El cálculo para dos electrodos verticales en paralelo se efectúa utilizando el coeficiente de reducción K; Siendo:

$$K = \frac{1+Y}{2} \quad ; \quad Y = \frac{1}{\ln \frac{8l_x}{d} - 1} \quad \text{Donde:}$$

$l_x = 11,50m$ , espaciamiento entre electrodos; Reemplazando:

$$K = 0,5652$$

La resistencia de puesta a tierra de 2 electrodos ( $R_2$ ) en paralelos será:

$$R_2 = K \times R_1 \quad R_2 = 0,5652 \times \rho(0,4246)$$

$$R_2 = \rho(0,2400) \quad \text{ohmios}$$

#### 4.5.7.2 Configuración A2: Resistencia de Puesta a Tierra de los 4 electrodos verticales en paralelo.

Resolviendo con un procedimiento similar al punto 4.5.7.1, la resistencia de puesta a tierra de un electrodo vertical es:

$$R_1 = \frac{\rho}{2\pi l} \ln \frac{4l}{d} \quad \text{Reemplazando}$$

$$R_1 = \rho(0,4246) \quad \text{ohmios}$$

Para cuatro electrodos verticales en paralelo se utiliza el siguiente coeficiente de reducción K

$$K_4 = \frac{12 + 18y - 23y^2}{48 - 40y} \quad ; \quad y = \frac{1}{\ln \frac{8l_x}{d} - 1} \quad \text{Donde:}$$

$l_x = 8,0 m$ , espaciamiento aproximado entre electrodos

$$K_4 = 0,3259 \quad \text{Luego:} \quad R_4 = K_4 \times R_1$$

$$R_4 = 0,3301 \times \rho(0,4246) \quad \text{Por lo tanto:} \quad R_4 = \rho(0,1401) \quad \text{ohmios}$$

#### 4.5.7.3 Configuración B1: Resistencia de puesta a tierra de un contrapeso simple

Será igual a:

$$R_L = \frac{\rho}{\pi L} \left[ \operatorname{Ln} \left( \frac{2L}{\sqrt{2rp}} \right) - 1 \right] \quad \text{Donde:}$$

$L = 50$  m, longitud del conductor;  $r = 0,00678$  m, radio del conductor

$p = 0.60$  m, profundidad de enterramiento del conductor

Remplazando, para 100 m. de contrapeso

$$R_{L10} = \rho(0,0225) \quad \text{ohmios}$$

#### 4.5.7.4 Configuración B2: Resistencia de puesta a tierra de un contrapesos doble

Considerando la suma del total de los contrapesos tendremos una longitud de 200m.

Enterrado horizontalmente a una profundidad de 0,6 m.

$$R_{L200} = \rho(0,0126) \quad \text{ohmios}$$

#### 4.6 Metrado y Presupuesto Línea en 60 kV Trujillo Viru

El metrado y presupuesto de la línea involucra el costo directo para la ejecución de la obra (suministros, transporte, montaje, gastos generales directos, gastos generales indirectos y utilidades). Para el costo directo por ejecución de obra se ha previsto el 10% del costo directo, para contingencias (Mayores metrados y adicionales). Así mismo se ha añadido el costo de servidumbre y costos que se incurrirá en supervisión y gastos administrativos relacionados a la obra. El resumen se muestra en **párrafo 3.4** del capítulo III. El metrado y presupuesto es un metrado base referencial de costo directo de obra; el costo de obra, como presupuesto de obra es **1 455 807,87** Dólares USA; se ha estimado el costo como proyecto, incluyendo las contingencias, servidumbre, supervisión y gastos administrativos en **1 794 341,93** dólares USA.; los sustentos del costo de obras se muestran a continuación.

**RESUMEN GENERAL**

PROYECTO : Nueva Línea de Sub Transmisión 60 Kv, S.E. Trujillo Sur - S.E. Virú

UBICACIÓN : Trujillo

SECCION OBRA	DESCRIPCION	Nueva Línea de Sub Transmisión 60 Kv S.E. Trujillo Sur		TOTAL GENERAL
		Red Primaria	Línea 60 kv	
<b>I</b>	<b>SUMINISTRO DE MATERIALES</b>			
10.000	Postes y Accesorios de Concreto Armado	717.30		
12.000	Postes y Accesorios de Madera Tratada		388.648,97	
20.000	Aisladores	675,00	134.295,91	
30.000	Conductores	714,00	235.383,76	
50.000	Ferretería de Postes y Crucetas	125,88	28.043,11	
60.000	Retenidas	396,96	28.714,00	
70.000	Puesta a Tierra	82,68	27.456,86	
	<b>Suministro de Materiales</b>	<b>2.711,82</b>	<b>842.542,60</b>	<b>845.254,42</b>
<b>II</b>	<b>MONTAJE Y DESMONTAJE ELECTROMECHANICO</b>			
200.100	Estructura de Madera Importada		52.733,94	
200.200	Montaje de Cadena de Aisladores		9.742,60	
200.300	Conductor Activo		48.125,61	
200.400	Accesorio del Conductor Activo		9.710,22	
200.500	Retenidas Para Líneas de Sub Transmisión 60 Kv		10.130,80	
200.600	Puesta a Tierra para Líneas de Sub Transmisión 60 Kv		85.134,67	
200.700	Inspección Pruebas y Puesta en Servicio		4.493,52	
200.800	Adecuaciones		492,57	
200.900	Postes Crucetas y Pastorales	623,63		
200.910	Instalación de Pastorales	27,03		
200.920	Aisladores	1.213,16		
200.930	Retenidas	125,55		
200.940	Puesta a Tierra	178,54		
200.950	Conductores	373,69		
200.960	Luminarias	6,76		
200.970	Excavación Para Postes y Resanes	696,94		
200.980	Desmontaje Postes y Resanes	476,61		
200.990	Desmontaje Retenidas	18,57		
300.000	Desmontaje Aisladores	36,40		
300.100	Desmontaje Conductores	28,70		
300.200	Transporte	72,97		
	<b>Montaje y Desmontaje Electromecánico</b>	<b>3.878,56</b>	<b>220.563,94</b>	<b>224.442,50</b>
<b>III</b>	<b>OBRAS CIVILES</b>			
400.100	Trabajos Preliminares		16.413,22	
400.200	Caminos de Acceso		5.013,03	
400.300	Excavación para Cimentación de Postes de Madera 60'		14.111,11	
400.400	Cimentación de Estructuras "Especiales"		17.149,29	
	<b>Obras Civiles</b>	<b>0,00</b>	<b>52.686,66</b>	
	<b>Resumen General</b>			
	1.0 Suministro de Materiales	2.711,82	842.542,60	845.254,42
	2.0 Transporte	135,59	42.127,13	42.262,72
	3.0 Montaje Electromecánico	3.878,56	220.563,94	224.442,50
	4.0 Obras Civiles	0,00	52.686,66	52.686,66
	5.0 Gastos Generales Directos	807,12	138.950,44	139.757,56
	6.0 Gastos Generales Indirectos	538,08	92.633,63	93.171,70
	7.0 Utilidades	336,30	57.896,02	58.232,31
	<b>TOTAL GENERAL US\$</b>	<b>8.407,47</b>	<b>1.447.400,41</b>	<b>1.455.807,87</b>
	<b>Plazo de Ejecución :</b>			



Cuadro de Suministro : Nueva Linea de Sub Transmisión 60 kV, S.E. Trujillo Sur - S.E. Viru						
UBICACIÓN : Trujillo			PROVINCIA: TUJILLO			
SECCION : Red Primaria - Linea de Sub Transmisión 60 kV, S.E. Trujillo Sur - S.E. Viru						
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	METRADO		PRESUPUESTO COSTO (Dolares)	
			CANTIDAD	TOTAL	UNITARIO	TOTAL
10.000	<b>POSTES Y ACCESORIOS DE CONCRETO ARMADO</b>					
10.100	<b>POSTES CONCRETO ARMADO CENTRIFUGADO DE</b>					
10.101	13/300 /165/360	u	2.00	2.00	145.58	291.16
10.102	13/400 /165/360	u	2.00	2.00	162.32	324.64
10.200	<b>MENSULAS DE CONCRETO ARMADO VIBRADO DE</b>					
10.201	M/1.00/250	u	9.00	9.00	6.70	60.30
10.300	<b>ACCESORIOS DE C.A</b>					
10.301	PALOMILLA 2 20/100	u	1.00	1.00	18.00	18.00
10.700	<b>BLQUES DE CONCRETO ARMADO DE</b>					
10.701	0.50 x 0.50 x 0.20m	Pza	4.00	4.00	5.80	23.20
	<b>SUB TOTAL 10.000</b>					<b>717,30</b>
20.000	<b>AISLADORES</b>					
20.400	<b>AISLADOR DE SUSPENSION</b>					
20.401	AISLADOR DE SUSPENSION 15kV CON HERRAJES DE F'G'	u	9.00	9.00	25.00	225.00
20.500	<b>AISLADOR TIPO PIH</b>					
20.501	AISLADOR TIPO PIH 15kV INCLUYE SOPORTE A'G'	u	9.00	9.00	50.00	450.00
	<b>SUB TOTAL 20.000</b>					<b>675,00</b>
30.000	<b>CONDUCTORES</b>					
30.300	<b>CONDUCTOR DE COBRE DESNUDO CABLEADO TEMPLE DURO DE</b>					
30.301	35mm2 7 HILOS	m	840.00	840.00	0.85	714.00
	<b>SUB TOTAL 30.000</b>					<b>714,00</b>
50.000	<b>FERRETERIA DE POSTES Y CRUCETAS</b>					
50.200	<b>PERNO OJO A'G' DE</b>					
50.201	5/8"Øx10" CON TUERCA, ARANDELA Y CONTRATUERCA	Pza	9.00	9.00	1.45	13.05
50.500	<b>GRAPAS DE ANCLAJE AL TIPO PISTOLA DE A'G' P CONDUCTOR DE</b>					
50.501	25-35 mm2 2 PERNOS	Pza	9.00	9.00	8.21	73.89
50.720	<b>ARANDELAS</b>					
50.721	ARANDELA CUADRADA CURVADA A'G'Ø 21/4" x21/4" x3/16". HUECO 11/16"	u	60.00	60.00	0.40	24.00
50.940	<b>FLEJE DE ACERO INOXIDABLE (CINTA BAND IT) DE</b>					
50.941	1/2"x30 m	Rollo	0.30	0.30	36.00	10.80
50.950	<b>HEBILLA DE ACERO INOXIDABLE PARA FLEJE</b>					
50.951	1/2"	u	18.00	18.00	0.23	4.14
	<b>SUB TOTAL 50.000</b>					<b>125,88</b>
60.000	<b>RETENIDAS</b>					
60.100	<b>SUMINISTROS VARIOS</b>					
60.109	PERNO ANGULAR A'G' DE 5/8"Øx10" CON TUERCA Y ARAND	Pza	13.00	13.00	1.50	19.50
60.110	CABLE A'G' DE 3/8"Ø. 7 HILOS	m	166.00	166.00	0.68	112.88
60.111	AMARRE PREFORMADO A'G' PARA CABLE DE 3/8"Ø	u	32.00	32.00	2.25	72.00
60.112	VARILLA DE ANCL CON GUARDACABO A'G' 5/8"Øx2.40m(8') TUERC Y A	Pza	13.00	13.00	5.68	73.84
60.113	GUARDACABLE F'G' 1.6mm(1/16")x 2400mm	Pza	13.00	13.00	6.40	83.20
60.114	ARANDELA CUADRADA A'G' 4"x4"x1/4". HUECO 13/16"Ø	u	13.00	13.00	0.68	8.84
60.115	JUEGO DE CONTRAPUNTA A'G' DE 2"Øx1.20m	Pza	3.00	3.00	8.90	26.70
	<b>SUB TOTAL 60.000</b>					<b>396,96</b>
70.000	<b>PUESTA A TIERRA</b>					
70.100	<b>SUMINISTROS VARIOS</b>					
70.113	VARILLA COPPERWELD 16mm Ø(5/8")Øx2.40m	Pza	4.00	4.00	7.46	29.84
70.114	CONECTOR DE BRONCE VARILLA 16 mm Ø(5/8"Ø)- CABLE(25mm2)	u	4.00	4.00	0.82	3.28
70.115	PLANCHA DOBLADA DE COBRE TIPO "J"	u	48.00	48.00	0.87	41.76
70.116	CONECTOR DE COBRE TIPO PERNO PARTIDO P' COND. 25mm2	u	12.00	12.00	0.65	7.80
	<b>SUB TOTAL 70.000</b>					<b>82,68</b>
	<b>TOTAL SUMINISTRO</b>					<b>2.711,82</b>



Cuadro de Montaje y Desmontaje : Nueva Linea de Sub Transmisión 60 kV, S.E. Trujillo Sur - S.E. Viru						
UBICACIÓN : Trujillo			PROVINCIA: TUIJILLO			
SECCIÓN : Red Primaria - Linea de Sub Transmisión 60 kV - S.E. Trujillo Sur - S.E. Viru						
ITEM	ESPECIFICACIONES	UNIDAD	METRADO		PRESUPUESTO COSTO (Dólares)	
			CANTIDAD	TOTAL	UNITARIO	TOTAL
200.900	<b>POSTES, CRUCETAS Y PASTORALES</b>					
	LIMPIEZA, SÓLADO COMPACT, SUMINISTRO DE ARENA, AGREGADOS, CEMENTO, SEGUN ESP. TECNICAS DE LAS SGTES. CARACTER.					
200.901	IZAJE DE POSTE DE C.A.C. 13,300 KG	Pza	2.00	2.00	50.27	100.55
200.902	IZAJE DE POSTE DE C.A.C. 13,400 KG	Pza	2.00	2.00	55.87	111.75
200.903	COLOCACION DE MENSULA DE C.A.V. DE 1.00m Y ACCESORIOS	Pza	3.00	3.00	7.81	23.42
200.904	INSTALACION DE DUCTOS DE CONCRETO DE 4 VIAS EN ZANJA DE 0.6 x 1.0 m, INCLUYE SÓLADO DE CONCRETO 0.10 cm, RELLENO Y COMPACTACION	u	80.00	80.00	4.85	387.92
	<b>SUB TOTAL 200.900</b>					<b>623.63</b>
200.910	<b>INSTALACION DE PASTORALES</b>					
200.911	PASTORAL SIMPLE DE CAV TIPO SUCRE EN POSTES DE C.A.C. DE 13m. SUMINISTRO DE CEMENTO Y MATERIAL AGREGADO, INCLUYE FRAGUADO.	u	2.00	2.00	7.32	14.64
200.912	PASTORAL SIMPLE DE CAV TIPO SUCRE EN POSTES DE C.A.C. DE 9m. SUMINISTRO DE CEMENTO Y MATERIAL AGREGADO INCLUYE FRAGUADO	u	2.00	2.00	6.19	12.39
	<b>SUB TOTAL 200.910</b>					<b>27.03</b>
200.920	<b>AISLADORES</b>					
200.921	INSTALACION AISLADOR TIPO PIN CON ACCESORIOS	Cjto	199.00	199.00	2.76	549.10
200.922	INSTALACION DE AISLADOR DE SUSPENSION, INCL. ACCESORIOS	Cjto	199.00	199.00	3.34	664.06
	<b>SUB TOTAL 200.920</b>					<b>1,213.16</b>
200.930	<b>RETENIDAS</b>					
200.931	RETENIDA SIMPLE, INCLUYE EXCAVACION DE ZANJA, ARMADO DE LA RETENIDA, COMPACTACION RETIRO DE DESMONTAJE Y RESANE DE VEREDA, INCL. SUMINISTRO DE CEMENTO Y MATERIAL AGREGADO	Cjto	3.00	3.00	41.85	125.55
	<b>SUB TOTAL 200.930</b>					<b>125.55</b>
200.940	<b>PUESTA A TIERRA</b>					
200.941	PUESTA A TIERRA SIMPLE TIPO ANILLO QUE COMPRENDE EXCAVACION ARMADO DE LA PUESTA A TIERRA, COMPACTACION, RETIRO DE DESMONTAJE, CONECTORES PARA RED, TIPO PERNO PARTIDO.	Cjto	4.00	4.00	44.64	178.54
	<b>SUB TOTAL 200.940</b>					<b>178.54</b>
200.950	<b>CONDUCTORES</b>					
200.951	TENDIDO Y FLECHADO DE CONDUCTOR	m	280.00	280.00	0.27	75.60
200.952	INSTALACION DE CABEZAS TERMINALES	m	2.00	2.00	53.96	107.92
200.953	TENDIDO DE CABLE DE ENERGIA J - 1 x 35 MM <sup>2</sup> INCL. CINTA SEÑALIZADORA, ARENA EMPALMES Y LADRILLO EN 2 AL. JA.	m	40.00	40.00	4.73	189.39
	<b>SUB TOTAL 200.950</b>					<b>373.69</b>
200.960	<b>LUMINARIAS</b>					
	INST. DE ARTEFACTOS DE ILUMINACION COMPRENDE ARTEFACTO, LAMPARA, PORTAFUSIBLES Y CONEXIONADO A RED INCL. SUMINISTRO DE CONECTOR, CINTAS AISLANTES Y CINTA EPR PARA LUMINARIAS DE LAS SIGUIENTES CARACTERISTICAS REUBICACION DE LUMINARIA (70-150 W)	Pza	2.00	2.00	3.38	6.76
	<b>SUB TOTAL 200.960</b>					<b>6.76</b>
200.970	<b>EXCAVACIONES PARA POSTES Y RESANES</b>					
200.971	EXCAVACION DE HOYOS DE 1.60 x 1.90 x 1.00 (POSTE DE CONCRETO DE 13m.)	u	15.00	15.00	12.33	184.95
200.972	EXCAV. DE ZANJAS INCL. TRAZADO, MARCACION, COMPAC. Y RESANE VEREDA (0.6X1.20m)	m	120.00	120.00	4.42	530.40
200.973	REPLANTEO DE LINEA DE SUBTRANSMISION	Km	0.28	0.28	63.98	17.91
	<b>SUB TOTAL 200.970</b>					<b>696.94</b>
200.980	<b>DESMONTAJE POSTES Y ACCESORIOS</b>					
200.981	DESMONTAJE POSTE C.A.C. 12 m. INCL. ROTURA VEREDA, EXCAVACION, RETIRO DE DESMONTAJE	Und	5.00	5.00	50.66	253.32
200.982	DESMONTAJE DE CRUCETAS DE CONCRETO INCL. ACCESORIOS	Pza	9.00	9.00	7.92	71.31
200.983	DESMONTAJE POSTE C.A.C. 9 m. INCL. ROTURA VEREDA, EXCAVACION, RETIRO DE DESMONTAJE	Pza	3.00	3.00	44.87	134.61
200.984	DESMONTAJE DE PASTORAL PARABOLICO SUCRE (SIMPLE, DOBLE, TRIPLE)	Pza	3.00	3.00	5.79	17.37
	<b>SUB TOTAL 200.980</b>					<b>476.61</b>
200.990	<b>DESMONTAJE RETENIDAS</b>					
200.991	DESMONTAJE DE CABLE Y ACCESORIOS DE RETENIDA (NO INCL. VARILLA DE ANCLAJE) COM	Cjto	3.00	3.00	6.19	18.57
	<b>SUB TOTAL 200.990</b>					<b>18.57</b>
300.000	<b>DESMONTAJE AISLADORES</b>					
300.001	DESMONTAJE DE AISLADORES TIPO SUSPENSION CADENA	Cjto	6.00	6.00	2.53	15.17
300.002	DESMONTAJE DE AISLADORES TIPO PIN	Cjto	12.00	12.00	1.77	21.23
	<b>SUB TOTAL 300.000</b>					<b>36.40</b>
300.100	<b>DESMONTAJE CONDUCTORES</b>					
300.101	DESMONTAJE DE CONDUCTOR INCLUYE ENROLLADO	m	120.00	120.00	0.24	28.70
	<b>SUB TOTAL 300.100</b>					<b>28.70</b>
300.200	<b>TRANSPORTE</b>					
300.201	TRANSPORTE DE MATERIALES DE ALMACEN A OBRA	Glb	1.00	1.00	72.97	72.97
	<b>SUB TOTAL 300.200</b>					<b>72.97</b>
	<b>TOTAL MONTAJE Y DESMONTAJE</b>					<b>3,878.56</b>
	<b>RESUMEN GENERAL</b>					
	1.0 Suministro de Materiales					2,711.82
	2.0 Transporte					135.59
	3.0 Montaje Electromecanico					3,878.56
	4.0 Gastos Generales Directos					807.12
	5.0 Gastos Generales Indirectos					538.08
	6.0 Utilidad					336.30
	<b>TOTAL GENERAL</b>					<b>8,407.47</b>



Cuadro de Suministro : Nueva Linea de Sub Transmisión 60 kv, S.E. Trujillo Sur - S.E. Viru						
UBICACIÓN : Trujillo			PROVINCIA: TUJILLO			
SECCION : Línea de Sub Transmisión 60 Kv, S.E. Trujillo Sur - S.E. Viru						
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	METRADO		PRESUPUESTO	
			CANTIDAD	TOTAL	UNITARIO	TOTAL
<b>12.000</b>	<b>POSTES Y ACCESORIOS DE MADERA TRATADA</b>					
12.100	POSTES DE MADERA "SOUTHER YELLOW PINE" TRATADA CON PENTACLOROPHENOL DE					
12.110	POSTE DE MADERA TRATADA CLASE 1 - 60'	u	100.00	100.00	1.187,50	118.750,00
12.120	POSTE DE MADERA TRATADA CLASE 2 - 60'	u	203,00	203,00	1.051,66	213.486,37
12.200	CRUCETAS DE MADERA TRATADA TIPO "DOUGLAS FIR" DE					
12.210	CRUCETA DE MADERA DE 4" x 5" x 11'	u	406,00	406,00	109,00	40.600,00
12.220	CRUCETA DE MADERA DE 5" x 6" x 14'	u	110,00	110,00	143,75	15.812,50
	<b>SUB TOTAL 12.000</b>					<b>388.648,97</b>
<b>20.000</b>	<b>AI SLADORES</b>					
20.100	ENSAMBLE CADENA DE AISLADORES TIPO SUSPENSIÓN					
20.101	GRAPA DE SUSPENSIÓN DE AL-AL PARA CONDUCTOR DE 240 mm² AAAC > 25000 lb	u	653,00	653,00	15,15	9.891,14
20.102	ADAPTADOR HORQUILLA - BOLA A*G* > 25000 lb	u	653,00	653,00	3,31	2.164,33
20.103	AISLADOR TIPO ANTIHEBLINA DE PORCELANA VORIADA CON ANILLO DE SACRIFICIO 432 mm LONG DE FUGA	u	3.265,00	3.265,00	19,00	62.035,00
20.104	ADAPTADOR CASQUILLO - OJO CORTO A*G* > 25000 lb	u	653,00	653,00	3,31	2.164,33
20.200	ENSAMBLE CADENA DE AISLADORES TIPO ANCLAJE					
20.201	GRAPA DE ANCLAJE TIPO PISTOLA AL-AL 5 PERNOS PARA CONDUCTOR DE 240 mm² AAAC > 25000 lb	u	321,00	321,00	27,25	8.748,50
20.202	ADAPTADOR CASQUILLO - OJO LARGO A*G* > 25000 lb	u	321,00	321,00	4,38	1.406,16
20.203	AISLADOR TIPO ANTIHEBLINA DE PORCELANA CON ANILLO DE SACRIFICIO	u	1.926,00	1.926,00	19,00	36.594,00
20.204	ADAPTADOR HORQUILLA - BOLA A*G* > 25000 lb	u	321,00	321,00	3,31	1.063,34
20.300	AISLADOR CERAMICO					
20.301	AISLADOR CERAMICO TIPO LINE POST. INCL. PERNOS PASANTES FIJACION POSTE MADERA	u	57,00	57,00	179,44	10.226,33
	<b>SUB TOTAL 20.000</b>					<b>134.295,91</b>
<b>30.000</b>	<b>CONDUCTORES</b>					
30.100	CONDUCTOR DE ALFABION DE ALUMINIO ENGRASADO TIPO AAAC 6201 T-81					
30.110	240 mm² - 37 HILOS	km	138,00	138,00	1.584,60	218.671,24
30.200	ACCESORIOS PARA CONDUCTOR					
30.201	VARILLA DE ARMAR DE AL-AL PARA CONDUCTOR DE 240 mm² AAAC	u	1.344,00	1.344,00	5,90	5.278,00
30.202	UNTA DE EMPALME PARA CONDUCTOR DE AAAC 240 mm²	u	45,00	45,00	5,43	244,15
30.203	MANIGUITOS DE REPARACION PARA CONDUCTOR DE AAAC 240 mm²	u	5,00	5,00	3,03	15,15
30.204	AMORTIGUADORES HELICOIDAL TIPO CLORURO DE POLIVINILO SOLIDO PARA COND	u	747,00	747,00	7,17	5.353,92
30.205	CONTRAPESOS	u	84,00	84,00	19,00	1.596,00
30.206	CONECTOR BIFILAR DE EMPALME PARA COND. AAAC 240 mm², 3 pernos U	u	30,00	30,00	7,41	222,22
	<b>SUB TOTAL 30.000</b>					<b>235.363,76</b>
<b>50.000</b>	<b>FERRETERIA DE POSTES Y CRUCETAS:</b>					
50.100	FERRETERIA DE POSTES Y CRUCETAS PARA LIENAS DE TRANSMISION 60 KV					
50.101	PERNO DOBLE ARMADO A*G* DE 3/4" Ø x 22" > 25000 lb	u	237,00	237,00	2,31	547,37
50.102	PERNO MAQUINADO A*G* DE 3/4" x 16" > 25000 lb. con tuercas, arandela y contratuerca	u	406,00	406,00	2,10	852,33
50.103	PERNO MAQUINADO A*G* DE 3/4" x 12" > 25000 lb. con tuercas, arandela y contratuerca	u	406,00	406,00	2,06	834,56
50.104	ASIENTO METALICO PARA CRUCETA 4" x 5"	u	406,00	406,00	3,96	1.597,08
50.105	ASIENTO METALICO PARA CRUCETA 5" x 6"	u	296,00	296,00	4,75	1.406,90
50.106	PERFIL DE A*G* DE 2 1/2" x 2 1/2" x 0.7014"	u	812,00	812,00	9,07	7.362,58
50.107	RIOSTRA DE MADERA CON ACCESORIOS METALICOS DE SUJECION AL POSTE	u	37,00	37,00	75,00	2.775,00
50.108	PERNO MAQUINADO DE 5/8" Ø x 6" > 25000 lb. con tuercas, arandela y contratuerca	u	412,00	412,00	3,96	1.631,17
50.109	PERNO OJO DE 3/4" Ø x 8" A*G* MAQUINADO > 25000 lb. con tuercas, arandela y contratuerca	u	723,00	723,00	2,72	1.968,37
50.110	PERNO OJO DE 3/4" A*G* DE 3/4" Ø x 12" > 25000 lb. con tuercas, arandela y contratuerca	u	75,00	75,00	5,68	425,92
50.111	TUERCA OJO PARA PERNO DE 3/4"	u	222,00	222,00	2,13	472,78
50.112	ARANDELA CUADRADA PLANA PARA CRUCETA 4" x 5" x 1/4"	u	406,00	406,00	2,64	1.071,38
50.113	ARANDELA CUADRADA PLANA PARA CRUCETA 5" x 6" x 1/4"	u	296,00	296,00	3,17	937,33
50.114	ARANDELA CUADRADA CURVADA PARA PERNO DE 3/4" Ø	u	517,00	517,00	2,33	1.200,05
50.115	ARANDELA CUADRADA PLANA DE 3" x 3" x 1/4" PARA PERNO 3/4" Ø	u	470,00	470,00	0,87	406,81
50.116	ARANDELA CUADRADA PLANA DE 3" x 3" x 1/4" PARA PERNO 5/8" Ø	u	812,00	812,00	0,91	737,12
50.117	PLACA DE SEÑALIZACION - SECUENCIA DE FASES, INC. ACCESORIOS DE FIJACION	u	798,00	798,00	1,39	1.108,33
50.118	PLACA DE SEÑALIZACION - NUMERACION DE ESTRUCTURA, INC. ACCESORIOS DE FIJACION	u	266,00	266,00	1,39	369,44
50.119	PLACA DE SEÑALIZACION - NUMERACION DE LINEA, INC. ACCESORIOS DE FIJACION	u	266,00	266,00	1,39	369,44
50.120	PLACA DE SEÑALIZACION - PELIGRO INCLUYE ACCESORIOS DE FIJACION	u	266,00	266,00	1,39	369,44
	<b>SUB TOTAL 50.000</b>					<b>28.043,11</b>
<b>60.000</b>	<b>RETENIDAS</b>					
60.100	SUMINISTROS VARIOS					
60.101	TUERCA Y CONTRATUERCA PARA PERNO DE 3/4" Ø	u	215,00	215,00	1,11	238,29
60.102	ARANDELA CUADRADA A*G* 4"x4"x1/2" HUECO DE 13/16" Ø	u	215,00	215,00	1,11	238,29
60.103	BLOQUE DE CONCRETO DE 1,5m x 0,6m x 0,3m	u	215,00	215,00	12,24	2.631,76
60.104	VARILLA CON GUARDACABO DOBLE CANAL DE A*G* 3/4" Ø x 2,4m	u	215,00	215,00	11,15	2.396,53
60.105	PROTECTOR DE PVC AMARILLO DE 8"	u	215,00	215,00	6,94	1.493,06
60.106	CABLE ALUMOWELD 7 N° 9 AWG	mt	10.750,00	10.750,00	1,43	15.378,75
60.107	AMARRE PREFORMADO ALUMOWELD PARA CABLE 7 N° 9 AWG	u	060,00	060,00	5,94	5.104,76
60.108	PERNO ANCLAJE CON GUARDACABO 3/4" Ø x 14" C/TUERCA ARANDELA CUADRADA C	u	245,00	245,00	5,28	1.293,06
	<b>SUB TOTAL 60.000</b>					<b>28.714,00</b>
<b>70.000</b>	<b>PUESTA A TIERRA</b>					
70.100	SUMINISTROS VARIOS					
70.101	FLEJE DE ACERO INOXIDABLE DE 3/4" x 30 ml	u	54,00	54,00	8,60	475,00
70.102	HEBILLA DE A*G* PARA FLEJE DE 3/4"	u	798,00	798,00	0,19	147,78
70.103	CONDUCTOR CABLEADO DESNUDO COOPERWELD 35 mm²	mt	7.980,00	7.980,00	0,73	5.837,22
70.104	CONECTOR BIFILAR DE COBRE TIPO COMPRESION PARA CONDUCTOR 35 mm²	u	1.330,00	1.330,00	1,55	2.056,57
70.105	CONECTOR DE BRONCE TIPO AB, PARA VARILLA 15 mm DIAM. - CABLE 35 mm²	u	798,00	798,00	1,67	1.330,89
70.106	PLANCHA DOBLADA DE COBRE TIPO "J" DE 13/16" diám.	u	809,00	809,00	0,92	742,93
70.107	ELECTRODO DE COOPERWELD DE 5/8" Ø x 8"	u	532,00	532,00	7,87	4.189,20
70.108	GRAPA FIJADORAS EN "U" DE COOPERWELD 1 1/4" x 1/4" x 0,114"	u	13.300,00	13.300,00	0,14	1.847,22
70.109	TUBO FIERRO GALVANIZADO 1/2" Ø - LONG 2,5ml	u	266,00	266,00	3,24	862,04
70.110	CONDUCTOR DE COBRE DESNUDO TEMPLE BLANDO DE 35 mm² - HELICOIDAL	ml	1.596,00	1.596,00	0,82	1.315,22
70.111	CONDUCTOR DE COBRE DESNUDO TEMPLE BLANDO DE 35 mm² - CONTRAPESOS	ml	10.500,00	10.500,00	0,82	8.652,78
	<b>SUB TOTAL 70.000</b>					<b>27.456,86</b>
	<b>TOTAL SUMINISTROS</b>					<b>812.547,60</b>



Cuadro de Montaje : Nueva Línea de Sub Transmisión 60 kV, S.E. Trujillo Sur - S.E. Viru						
UBICACIÓN : Trujillo		PROVINCIA: TUJILLO				
SECCION : Línea de Sub Transmisión 60 kV, S.E. Trujillo Sur, S. E Viru						
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	METRADO		PRESUPUESTO COSTO (Dólares)	
			CANTIDAD	TOTAL	UNITARIO	TOTAL
200.100	ESTRUCTURA DE MADERA IMPORTADA					
200.110	ESTRUCTURA TIPO S1					
200.111	IZAJE DE POSTE DE MADERA 60' CL 2 INC RELLENO Y COMPACTADO CON MATERIAL DE PRESTAMO NIVELACION Y ELIM MAT EXCEDENTE	u	203.00	203.00	163.40	33 179.20
200.112	MONTAJE DE CRUCETA DE MADERA 3" x 5" x 14" INCLUYE FERRETERIA Y ACCESORIOS	u	406.00	406.00	6.03	2 449.44
200.120	ESTRUCTURA TIPO HA1					
200.121	IZAJE DE POSTE DE MADERA 60' CL 1 INC RELLENO Y COMPACTADO CON MATERIAL DE PRESTAMO NIVELACION Y ELIM MAT EXCEDENTE	u	36.00	36.00	163.40	5 902.40
200.122	MONTAJE DE CRUCETA DE MADERA 3" x 5" x 14" INCLUYE FERRETERIA Y ACCESORIOS	u	72.00	72.00	7.04	506.78
200.130	ESTRUCTURA TIPO QA					
200.131	IZAJE DE POSTE DE MADERA 60' CL 1 INC RELLENO Y COMPACTADO CON MATERIAL DE PRESTAMO NIVELACION Y ELIM MAT EXCEDENTE	u	5.00	5.00	163.40	817.00
200.140	ESTRUCTURA TIPO QA1					
200.141	IZAJE DE POSTE DE MADERA 60' CL 1 INC RELLENO Y COMPACTADO CON MATERIAL DE PRESTAMO NIVELACION Y ELIM MAT EXCEDENTE	u	4.00	4.00	163.40	653.60
200.150	ESTRUCTURA TIPO QA2					
200.151	IZAJE DE POSTE DE MADERA 60' CL 1 INC RELLENO Y COMPACTADO CON MATERIAL DE PRESTAMO NIVELACION Y ELIM MAT EXCEDENTE	u	15.00	15.00	163.40	2 451.00
200.160	ESTRUCTURA TIPO QS					
200.161	IZAJE DE POSTE DE MADERA 60' CL 1 INC RELLENO Y COMPACTADO CON MATERIAL DE PRESTAMO NIVELACION Y ELIM MAT EXCEDENTE	u	2.00	2.00	163.40	326.80
200.170	ESTRUCTURA TIPO HA2					
200.171	IZAJE DE POSTE DE MADERA 60' CL 1 INC RELLENO Y COMPACTADO CON MATERIAL DE PRESTAMO NIVELACION Y ELIM MAT EXCEDENTE	u	38.00	38.00	163.40	6 203.20
200.172	MONTAJE DE CRUCETA DE MADERA 3" x 5" x 14" INCLUYE FERRETERIA Y ACCESORIOS	u	38.00	38.00	7.04	267.52
SUB TOTAL 200.100						52 733.94
200.200	MONTAJE DE CADENA DE AISLADORES					
200.201	MONTAJE DE CADENA DE AISLADORES TIPO SUSPENSION SIMPLE INCLUYE ENSAMBLE	Jgo	653.00	653.00	9.08	5 925.31
200.202	MONTAJE DE CADENA DE AISLADORES TIPO ANCLAJE INCLUYE ENSAMBLE	Jgo	321.00	321.00	10.37	3 329.42
200.203	MONTAJE DE AISLADOR TIPO POST 60 kV INCLUYE FERRETERIA Y ACCESORIOS	Jgo	57.00	57.00	8.54	485.07
SUB TOTAL 200.200						9 742.60
200.300	CONDUCTOR ACTIVO					
200.301	TENDIDO Y FLECHADO DE CONDUCTOR DE AAAC ENGRASADO DE 240 mm2	km	138.00	138.00	348.74	48 125.61
SUB TOTAL 200.300						48 125.61
200.400	ACCESORIOS DEL CONDUCTOR ACTIVO					
200.401	VARILLA DE ARMAR PARA CONDUCTOR DE 240 mm2 AAAC	u	615.00	615.00	0.93	5 709.60
200.402	JUNTAS DE EMPALME	u	45.00	45.00	11.65	524.40
200.403	MANIGUITOS DE REPARACION	u	5.00	5.00	12.66	63.32
200.404	MONTAJE DE AMORTIGUADORES HELICOIDALES PARA CONDUCTOR DE AAAC 240 mm2 ENGRASADO	u	747.00	747.00	3.59	2 682.35
200.405	MONTAJE DE CONTRAPESOS	u	84.00	84.00	11.32	950.88
SUB TOTAL 200.400						9 710.22
200.500	RETEJIDAS PARA LINEAS DE SUB TRANSMISION 60 kV					
200.501	RETEJIDA SIMPLE (BLOQUE 1.5 x 0.6 x 0.3 m) INCLUYE EXCAVACION DE ZANJA ARMADO DE LA RETEJIDA, COMPACTACION, RETIRO DE DESMONTAJE, SUMINISTRO DE AGREGADO Y PIEDRA MEDIANA	u	215.00	215.00	47.12	10 130.80
SUB TOTAL 200.500						10 130.80
200.600	PUESTA A TIERRA LINEAS DE SUB TRANSMISION 60 kV					
200.601	MEDICION DE RESISTIVIDAD Y RESISTENCIA DE P.A.T	u	266.00	266.00	21.25	5 651.43
200.602	TENDIDO CONDUCTOR DE COBRE DESNUDO 35 mm2 PARA CONTRAPESO DE PUESTA A TIERRA CONEXION SOLDADURA CADWEL A POZO DE TIERRA INCL EXCAVACION DE ZANJA TERRENO TIPO I, 0.6x0.3m, RELLENO COMPACTADO CON MAT PRESTAMO, ELIMINACION DE EXCEDENTE	m	3 978.00	3 978.00	2.28	9 059.84
200.603	TENDIDO CONDUCTOR DE COBRE DESNUDO 35 mm2 PARA CONTRAPESO DE PUESTA A TIERRA CONEXION SOLDADURA CADWEL A POZO DE TIERRA INCL EXCAVACION DE ZANJA TERRENO TIPO II, 0.6x0.3m, RELLENO COMPACTADO CON MAT PRESTAMO, ELIMINACION DE EXCEDENTE	m	6 020.00	6 020.00	6.12	36 842.40
200.604	TENDIDO CONDUCTOR DE COBRE DESNUDO 35 mm2 PARA CONTRAPESO DE PUESTA A TIERRA CONEXION SOLDADURA CADWEL A POZO DE TIERRA INCL EXCAVACION DE ZANJA TERRENO TIPO III, 0.4x0.3m, RELLENO COMPACTADO CON MAT PRESTAMO, ELIMINACION DE EXCEDENTE	m	752.00	752.00	5.57	4 188.64
200.605	PUESTA A TIERRA TIPO VARILLA, COMPRENDE EXCAVACION ARMADO PAT, COMPACTACION, RETIRO DE DESMONTAJE Y RESAJE DE VEREDA, SUMINISTRO CAJA REGISTRO DE MANTENIMIENTO Y TRORGUELL (SAL QUIMICA), CONEXTORES PARA RED TIPO G y SOLDADURA TIPO CADELD	u	532	532.00	55.23	29 382.36
SUB TOTAL 200.600						85 134.67
200.700	INSPECCION PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO					
200.701	PRUEBAS PROTOCOLARES DE LA LINEA Y SECCIONES DE OBRA Y PUESTA EN SERVICIO	Gib	1.00	1.00	4 493.52	4 493.52
SUB TOTAL 200.700						4 493.52
200.800	ADECUACIONES					
200.801	ADECUACION DE LA PENULTIMA ESTRUCTURA LST 34.5 KV EXISTENTE C.H. CHAVIMOCHE - SE VIRU	GL	1.00	1.00	492.57	492.57
SUB TOTAL 200.800						492.57
TOTAL MONTAJE						220 563.94
RESUMEN GENERAL						
1.0 Suministro de Materiales						842 542.60
2.0 Transporte						42 127.13
3.0 Montaje Electromecánico						220 563.94
4.0 Gastos Generales Directos						132 628.04
5.0 Gastos Generales Indirectos						88 419.69
6.0 Utilidades						55 761.63
TOTAL GENERAL						1 381 542.08

Cuadro de Obras Civiles : Nueva Linea de Sub Transmisión 60 kV, S.E. Trujillo Sur - S.E. Viru						
UBICACIÓN : Trujillo			PROVINCIA: TUJILLO			
SECCION : Obras Civiles - Linea de Sub Transmisión 60 kV, S.E. Trujillo Sur - S.E. Viru						
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	METRADO		PRESUPUESTO COSTO (Dolares)	
			CANTIDAD	TOTAL	UNITARIO	TOTAL
400.100	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>					
400.101	LIMPIEZA DE FAJA DE SERVIDUMBRE	Ha	5.00	5.00	374.00	1 870.01
400.102	REPLANTEO TOPOGRÁFICO DE LA LST - PLANOS DE IMPOSICIÓN DE SERVIDUMBRE	Km	44.61	44.61	244.94	10 792.99
400.103	ESTUDIO GEOTÉCNICO	Glb	1.00	1.00	3 750.22	3 750.22
	SUB TOTAL 400.100					16.413.22
400.200	<b>CAMINOS DE ACCESO</b>					
400.201	CAMINOS DE ACCESOS (ANCHO MÍNIMO - 4mt)	km	2.00	2.00	1 292.58	2 585.17
400.202	MEJORAMIENTO TROCHAS CARROZABLES EXISTENTES	km	3.00	3.00	809.29	2 427.87
	SUB TOTAL 400.200					5.013.03
400.300	<b>EXCAVACION PARA CIMENTACION DE POSTES DE MADERA 60'</b>					
400.301	EXCAVACION 2.6 x 1.2 x 1.2 PARA POSTE MADERA 60' (CLASE 1 ó 2), TERRENO TI	U	112.00	112.00	38.29	4 287.96
400.302	EXCAVACION 2.6 x 1.2 x 1.2 PARA POSTE MADERA 60' (CLASE 1 ó 2), TERRENO TI	U	170.00	170.00	47.85	8 135.01
400.303	EXCAVACION 2.6 x 1.0 x 1.0 PARA POSTE MADERA 60' (CLASE 1 ó 2), TERRENO TI	U	21.00	21.00	80.39	1 686.13
	SUB TOTAL 400.300					14.111.11
400.400	<b>CIMENTACION DE ESTRUCTURAS "ESPECIALES"</b>					
400.401	CONCRETO SIMPLE $F_c = 100 \text{ kg/cm}^2$ $e=0$ 10m	m <sup>2</sup>	130.90	130.90	4.45	582.74
400.402	CONCRETO ARMADO $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	m <sup>3</sup>	53.13	53.13	89.67	4 764.25
400.403	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m <sup>2</sup>	924.00	924.00	10.75	9 930.67
400.404	ACERO $f_y = 4 205 \text{ kg/cm}^2$	kg	2 679.60	2 679.60	0.70	1 871.64
	SUB TOTAL 400.400					17 149.29
	<b>TOTAL OBRAS CIVILES</b>					52 686.66
	<b>RESUMEN GENERAL</b>					
	1.0 Obras Civiles					52 686.66
	2.0 Gastos Generales Directos					6 322.40
	3.0 Gastos Generales Indirectos					4 214.93
	4.0 Utilidades					2 634.33
	<b>TOTAL RESUMEN GENERAL</b>					65 858.32

#### 4.7 Instalaciones Temporales Módulos en 34,5 kV

La línea de transmisión Secundaria en 60 kV Trujillo Sur – Virú, inicialmente operará en 34,5 kV y a mediano plazo de acuerdo al crecimiento de la demanda operará a su tensión nominal. Para garantizar el suministro de energía en los próximos años, Hidrandina S.A., ha visto por conveniente instalar temporalmente el Modulo en 34,5 kV, con el transformador existente y operar como la subestación elevadora de 10/34,5 kV, dentro de la S.E.T Trujillo Sur, así mismo, instalar un módulo de llegada en 34,5 kV en la subestación existente en Virú, específicamente en la S.E.T del Proyecto Especial Chavimochic.

##### 4.7.1 Descripción de las Instalaciones Existentes.



#### 4.7.1.1 Subestación Trujillo Sur

La subestación elevadora, se instalará dentro de la S.E.T Trujillo Sur; que actualmente es conformada por equipos del tipo convencional a intemperie, y cuenta con dos niveles de tensión:

##### **Patio de llaves 138 kV**

Conformado por un módulo de llegada de línea en simple barra, que recibe a la línea de transmisión L-117, proveniente de la S.E. Trujillo Norte, y alimenta a dos módulos de transformación, de 24/30 MVA (ONAN/ONAF) y 30 MVA (ONAN), ambos con relación de transformación de 138/10 kV.

##### **Celdas 10 kV**

De los transformadores del patio de llaves, se alimentan mediante cables de energía a los sistemas de barras A y B, respectivamente, los que son conformados por un conjunto de celdas de salida, ubicados en la sala de control. El conjunto de celdas de salida de la barra B, será de nuestro interés, dado que de aquí se alimentara a la Subestación elevadora que alimentara a Virú, cuenta con celdas disponibles en 10 kV y servicios auxiliares para atender los requerimientos del modulo de salida en 34,5 kV.

##### **Transformador Elevador**

(01) Transformador de potencia trifásico (TP-), 5/6,5 MVA (ONAN/ONAF), 34,5  $\pm$  4x2,5% /10 kV, YNd5, con transformadores de corriente incorporados en los bushings AT de fase de 120-60/5/5/5 A, 30 VA – cl. 0,5 y 2 x 30 VA – 5P20, y en el bushing AT del neutro de 50/5 A, 30 VA – 5P20

#### 4.7.1.2 Subestación de Virú.

La Subestación Virú, tiene dos sectores cuya propiedad esta diferenciada de manera siguiente:

- Todo Terreno es de propiedad de Hidrandina S.A, ahí esta construida la sala de control de la antigua SET de 138/10 kV, de 2 MVA, el patio en 138 kV e instalado cuatro celdas en 10 kV.
- En el terreno de Hidrandina S.A, vía convenio el Proyecto especial de Chavimochic ha instalado la SET denominado Virú de 34,5/10 kV, 6 MVA

##### **Patio de llaves 34,5 kV**

El Patio de llaves en 34,5 kV es de propiedad del Proyecto Chavimochic, y cuenta con un módulo de llegada en simple barra para la línea proveniente de la central

Hidroeléctrica de San Jose, un módulo de salida hacia la S.E.T de Chao de 34,5/10 kV, Adicionalmente, el patio de llaves cuenta con un módulo de transformación de 6 MVA de  $34,5 \pm 2 \times 2,5\%$  / 10 kV, mediante el cual se alimenta con cable de energía al sistema de 10 kV de propiedad de Hidrandina S.A.; también cuenta con 4 celdas en 10 kV (vacío)

### **Celdas 10 kV**

El conjunto de celdas se encuentra instalado en la sala de control de Hidrandina S.A., y están conformados por una celda de llegada que recibe los cables de energía provenientes del transformador de potencia, y celdas de salida para los siguientes circuitos:

- Alimentador a San Luis
- Alimentador a Carmelo
- Alimentador a Viru Pueblo
- Alimentador a Damper
- Transformador de tensión
- Servicios auxiliares.

#### **4.7.1.3 Sistema de Generación**

Es importante mencionar que actualmente la Central Hidroeléctrica de San Jose, cuenta con tres grupos de generación de 2,5 MW, siendo su capacidad de generación instalada de 7,5 MW. La Subestación Virú, forma parte de un sistema aislado de 34,5 kV, conjuntamente con las Subestaciones Chao que son alimentados mediante una línea transmisión de 34,5 kV.

#### **4.7.2 Instalaciones Temporales Proyectadas**

##### **4.7.2.1 Patio de llaves en SET elevadora Trujillo Sur**

El proyecto considera la construcción subestación elevadora de 10/34,5 kV, que será ubicada dentro de las instalaciones de la S.E. Trujillo Sur en el área disponible contiguo al laboratorio, para lo cual se contará con el transformador de potencia existente de 5/6,5 MVA (ONAN/ONAF). Entre las obras electromecánicas y civiles proyectadas para el patio de llaves, tenemos:

##### **a) Obras Electromecánicas patio**

- Instalación de un (01) transformador de potencia trifásico (TP-), 5/6,5 MVA (ONAN/ONAF),  $34,5 \pm 4 \times 2,5\%$  /10 kV, YNd5, con transformadores de corriente incorporados en los bushings AT de fase de 120-60/5/5/5 A, 30



VA cl. 0,5 y 2 x 30 VA – 5P20, y en el bushing AT del neutro de 50/5 A, 30 VA – 5P20.

- Instalación de un (01) interruptor de potencia tripolar (IN-), 36 kV, 630 A, 25 kA, 200 kVp (BIL).
- Instalación de un (01) seccionador de línea con cuchilla de puesta a tierra (SL), 36 kV, 400 A, 20 kA, 200 kVp (BIL).
- Instalación de tres (03) transformadores de tensión inductivos (TV-) 34,5:  $\sqrt{3} / 0,11$ :  $\sqrt{3} / 0,11$ :  $\sqrt{3}$ , 30 VA - cl. 0,2 y 30VA – 3P.
- Instalación de tres (03) pararrayos de ZnO (PR-), 30 kV, 10 kA, clase 3, con contador de descarga.
- Instalación de tres (03) pararrayos de ZnO (PR-), 12 kV, 10 kA, clase 1.
- Instalación de soportes de estructura metálica, para todos los equipos del patio de llaves, sistema de barras, sistema de tierra profunda y superficial.
- Instalación de cable de energía forrado de 3 x 1x120 mm<sup>2</sup> XLPE 8,7/15 kV, desde el transformador de potencia hasta la celda de salida ubicada en la sala de control (barra B). Cableado de cables de control y servicios auxiliares, en la subestación y hasta la sala de control.

#### **b) Obras Civiles**

- Construcción de bases de concreto para los equipos proyectados.
- Construcción de un (01) pórtico de salida, consistentes en dos postes de concreto por cada columna y una viga de concreto.
- Construcción del sistema de ductos de cables, para los equipos y para su comunicación hasta la sala de control.

#### **c) Sala de control**

- Instalación de un (01) tablero de control, protección y medición.
- Instalación de una (01) celda de salida de 10 kV.
- Instalación de un (01) equipos de protección de respaldo multifunción, en tablero existente. Instalación de un (01) medidor de energía electrónico, en bastidor de banco de medidores existente.
- Calibración de los relés de protección para la nueva subestación con la nueva configuración.

#### **d) Planos de Ingeniería Básica para Instalaciones Temporales.**

Los Planos desarrollados para la instalación de equipos en la SET Trujillo Sur y las obras civiles necesarias, con el transformador existente, se indican en la relación en el cuadro siguiente:

Item	Descripción	N° de Plano
<b>Subestación Trujillo Sur 34,5 kV</b>		
<b>Electromecánicos</b>		
1	Diagrama unifilar	NE-V-101
2	Diagrama unifilar de protección y medición	NE-V-102
3	Patio de llaves - Arreglo general	NE-V-201
4	Patio de llaves - Arreglo general - Planta	NE-V-202
5	Patio de llaves - Arreglo general - Secciones	NE-V-203
6	Sala de control - Disposición de tableros	NE-V-301
7	Patio de llaves - Sistema de puesta a tierra	NE-V-401
8	Patio de llaves - Sistema de alumbrado y ductos	NE-V-501
9	Patio de llaves - Recorrido de Cables	NE-V-601
10	Detalle de portico de barras de concreto	NE-V-701
11	Detalle de rejilla equipotencial	NE-V-702
<b>Civiles</b>		
12	Base para transformador de potencia de 6 MVA	OC-N-01
13	Base para interruptor de potencia y buzones de cables	OC-N-02
14	Base para seccionador de línea	OC-N-03
15	Base para transformador de tensión	OC-N-04
16	Base del pararrayos	OC-N-05
17	Cerco metálico y cimentaciones	OC-N-06

#### 4.7.2.2 Ampliación de la subestación Chavimochic (SET Virú)

El proyecto considera la construcción de un nuevo módulo de llegada de 34,5 kV, en el espacio disponible contiguo al módulo de transformación existente de 6 MVA, que suministra energía a la S.E.T Virú 10 kV.

##### a) Obras Electromecánicas patio

- Instalación de un (01) interruptor de potencia tripolar (IN), 36 kV, 630 A, 25 kA, 200 kVp (BIL).
- Instalación de un (01) seccionador de barra (SB), 36 kV, 400 A, 20 kA, 200 kVp (BIL).
- Instalación de un (01) seccionador de línea con cuchilla de puesta a tierra (SL-), 36 kV, 400 A, 20 kA, 200 kVp (BIL).
- Instalación de tres (03) transformadores de corriente (TC-) de 100-50/5/5/5 A, 36 kV, 200 kVp (BIL), 30 VA - cl. 0,2S y 2 x 30 VA - 5P20.
- Instalación de tres (03) transformadores de tensión inductivos (TV-) 34,5:  $\sqrt{3} / 0,11$ :  $\sqrt{3} / 0,11$ :  $\sqrt{3}$ , 30 VA - cl. 0,2 y 30VA – 3P.

- Instalación de tres (03) pararrayos de ZnO (PR<sup>2</sup>), 30 kV, 10 kA, cl. 3, con contador de descarga.
- Instalación de un (01) aislador portabarra tipo columna (AP-) 36 kV, 200 kVp (BIL).
- Instalación del sistema de barras para el nuevo modulo de llegada.
- Ampliación e instalación del sistema de tierra profunda y superficial respectivamente, para el nuevo módulo de llegada.
- Cableado de cables de control y servicios auxiliares, para el nuevo módulo de llegada.

#### b) Obras Civiles

- Construcción de bases de concreto para los equipos proyectados.
- Ampliación y construcción del sistema de canaletas y ductos para cables, para el nuevo modulo proyectado.

#### c) Sala de control

- Instalación de un (01) tablero de control, protección y control.
- Cableado del tablero proyectado.
- Calibración de los relés de protección con la nueva configuración.

#### d) Planos de Ingeniería Básica para Instalaciones Temporales.

Los Planos para la instalación de equipos en la SET Virú y las obras civiles necesarias, que se desarrollaron muestran en relación se indica a continuación y que base de la Ingeniería de Detalle:

Item	Descripción	N° de Plano
<b>Ampliación de la Subestación Virú 34,5 kV</b>		
<b>Electromecánicos</b>		
18	Diagrama unifilar	VE-V-101
19	Diagrama unifilar de protección y medición	VE-V-102
20	S.E. Viru 34, 5/10 kV - Patio de llaves - Arreglo general	VE-V-201
21	S.E. Chavimochic 34,5 kV - P. llaves - Arreglo general - Planta	VE-V-202
22	S.E. Chavimochic 34,5 kV - P. llaves - Arreglo general - Secciones	VE-V-203
23	S.E. Chavimochic 34,5 kV - Sala de control - Disposición de tableros	VE-V-301
24	S.E. Chavimochic 34,5 kV - P. llaves - Sistema de puesta a tierra	VE-V-401
25	S.E. Chavimochic 34,5 kV - P. llaves - Sistema de alumbrado y ductos	VE-V-501
<b>Civiles</b>		
26	Base para interruptor de potencia y canaletas de cables	OC-V-01
27	Soporte para seccionador - Planta y detalles	OC-V-02
28	Soporte para seccionador - Estructura	OC-V-03
29	Soportes de transformadores de corriente / tensión	OC-V-04
30	Soporte del pararrayos - Planta y detalles	OC-V-05
31	Soporte del pararrayos - Estructura	OC-V-06

#### **4.8 Especificaciones Técnicas de los Módulos en 34,5 kV.**

La presente especificaciones tiene por objeto definir las Características Técnicas que regirán para el diseño, fabricación, pruebas, embalaje y transporte de los equipos que serán instalados en la Subestación elevadora en Trujillo Sur y en la SET de Virú

##### **4.8.1 Condiciones Generales**

###### **Normas Aplicables**

Para el suministro de los equipos y ejecución del proyecto se deben emplear las normas vigentes a la fecha de los siguientes reglamentos:

- IEC International Electrotechnical Commission
- IEEE Institute of Electrical and Electronics Engineers
- VDE Verband Deutscher Elektrotechniker
- DIN Deutsche Industrie Normem
- NEMA National Electrical Manufactures Association
- ANSI American National Standards
- ASME American Society of Mechanical Engineers
- ASTM American Society for Testing and Materials

###### **Niveles de Aislamiento**

Las normas IEC, plasmadas en las publicaciones IEC 71-1, IEC 71-2 y la IEC 71-3; y las normas ANSI C.2, C.37.30 y la C.92, ha normado un número de niveles de aislamiento, los cuales pueden ser escogidos, considerando las condiciones específicas que prevalecen en el sistema. Considerando los factores de corrección que se presentan debido a la zona del proyecto, los niveles de aislamiento para la subestación son los siguientes:

- Tensión máxima de servicio 36 kV
- Tensión soportada al impulso atmosférico (BIL) 200 kVp
- Tensión soportada a frecuencia industrial 80 kV

###### **Niveles de Tensión**

Los niveles de tensión, están de acuerdo a la tensión de operación de las instalaciones existentes:

- Sistema de Sub-transmisión: 34,5 kV
- Tensión de SS.AA: 230 Vca, trifásico 3 hilos.

250 Vcc, para mandos (SET Sur)

220 Vcc para mandos (SET Virú)

### **Tabla de Datos Técnicos**

Los valores ofertados por el Contratista en la Tabla de Datos Técnicos, deberán estar sustentados obligatoriamente con los respectivos catálogos de los fabricantes, y cuya información prevalecerá para efectos de evaluación y condiciones de calificación del Contratista.

Las Especificaciones indicadas en las Tablas de Datos Técnicos son complementarias y obligatorias a las especificaciones que se describen en el presente capítulo. En el Anexo N° 3 se muestran tablas de los Interruptores.

#### **4.8.2 Interruptor de Potencia.**

##### **4.8.2.1 Características técnicas**

Los Interruptores deberán estar diseñados de acuerdo con lo indicado en la última revisión de la norma IEC 56; y deberán tener las siguientes características:

Tipo	SF6
Tensión máxima de servicio	36 kV
Tensión nominal	34,5 kV
Frecuencia nominal	60 Hz
Tensión a frecuencia industrial, 1 minuto	80 kV
Tensión de impulso 1.2/50 $\mu$ s	200 kVp
Corriente nominal	630 A
Corriente de cortocircuito 3 $\emptyset$ simétrica	25 kA
N° de Polos	3
Operación	Tripolar
Recierre	Si
N° de bobinas de cierre	
N° de bobinas de disparo	2
Línea de fuga específica	31 mm/kV
Altura de Instalación	< 1000 m.s.n.m.

##### **4.8.2.2 Características Constructivas**

Los Interruptores serán tripolares para instalación al intemperie y emplearán hexafluoruro de azufre (SF6) para la extinción del arco formado en la apertura.



Los Interruptores estarán diseñados para efectuar reenganches rápidos tripolares a través de equipos de reenganche externos al control propio del interruptor.

Los interruptores y sus dispositivos de maniobra deberán construirse de tal forma que no puedan variar sus posiciones de abierto y cerrado por efecto de la gravedad, presión del viento, vibraciones ó choques de importancia sobre los controles del mecanismo de maniobra.

La resistencia dieléctrica de los Interruptores será la adecuada para evitar los recebados en caso de corte de líneas en vacío. Asimismo, serán adecuados para la maniobra de pequeñas corrientes inductivas. En todas estas maniobras ni las toberas, ni ningún otro elemento de las cámaras sufrirá ningún daño anormal.

Los terminales para conexión serán de dimensiones adecuadas para la intensidad nominal del interruptor y para soportar los esfuerzos dinámicos producidos por las corrientes de cortocircuito.

Los aisladores soportes de los interruptores deberán ser de porcelana. Los herrajes propios del interruptor, que sean de acero, estarán galvanizados en caliente por inmersión y estarán de acuerdo con las normas correspondientes.

Todos los elementos del interruptor que estén sometidos al paso de la corriente del cortocircuito, deberán soportar los efectos térmicos de esta corriente durante 3 segundos. Asimismo, deberán soportar sin deterioro los efectos electrodinámicos producidos por el valor de cresta de la citada corriente.

Las maniobras de apertura y cierre de todos los interruptores se podrán realizar de las siguientes formas:

- Mando eléctrico remoto por acción de la protección o desde el tablero de control ubicado en la sala de control.
- Mando eléctrico local, desde el tablero de control propio del interruptor.

Independientemente del accionamiento, éste debe ser tal que se pueda efectuar el ciclo apertura – cierre - apertura a partir del interruptor cerrado, a la potencia nominal de cortocircuito, debiendo cumplir el accionamiento en conjunto el ciclo de operación, apertura – 0,3 s – cierre – apertura -3 min – cierre - apertura (O- 0,3 s – CO – 3 min - CO), definido en el apartado correspondiente de la norma IEC 56, en las condiciones de funcionamiento establecidas.

#### **4.8.2.3 Tablero de control**

Todos los interruptores llevarán un tablero de control, con carpintería de acero inoxidable o de aluminio, de tal manera de garantizar una buena resistencia a ambientes con altos índices de corrosión salina. En dicho tablero irán alojados el mando y control del interruptor.

El tablero será para instalación a la intemperie, con grado de protección IP-54 y juntas de neopreno, estará acabado con pintura color RAL-9002 y orejetas para candado. Las entradas de cables de interconexión se realizarán por la parte inferior del mismo y llevará chapa de fondo para poder colocar prensas de sujeción de cables. Cada tablero deberá alojar en su interior como mínimo:

- Una resistencia de calefacción protegida por interruptor automático con contactos de señalización.
- Una lámpara con su interruptor de puerta.
- Pulsadores de cierre y apertura para accionamiento local del interruptor, selectores de maniobra, relés auxiliares, relés temporizados, interruptores automáticos de protección y un shunt para facilidades de prueba.

En dicho tablero irá colocado el selector “Local-Bloqueo-Remoto” y las regletas para conexión a los circuitos exteriores de mando, control y fuerza. Asimismo, se montará un único juego de pulsadores de cierre y apertura con el fin de realizar maniobras locales durante los trabajos de mantenimiento.

#### **4.8.2.4 Accesorios**

El interruptor se suministrará con los siguientes accesorios:

Interruptores auxiliares

Contador de operaciones

Dispositivo de operación manual

Estructura de soporte de acero galvanizado.

Dispositivo de operación manual

Terminales de puesta a tierra

Gabinete de control

#### **4.8.2.5 Pruebas**

Todas las pruebas típicas y rutinarias serán llevadas a cabo de acuerdo con las publicaciones IEC-56,60 y 267.

##### **a) Pruebas de Tipo**

- Pruebas de poder de ruptura

- Pruebas de interrupción de pequeñas corrientes inductivas
- Pruebas de corriente de corta duración (térmica y dinámica)
- Pruebas de cierre
- Pruebas de calentamiento
- Pruebas dieléctricas
- Prueba de interrupción en oposición de fase
- Pruebas de interrupción de línea en vacío
- Pruebas de interrupción de cables en vacío
- Pruebas de perturbación radiofónica
- Pruebas de resistencia mecánica
- Pruebas de fatiga
- Pruebas para fallas kilométricas

#### **b) Pruebas de Recepción de los Interruptores**

Las pruebas individuales ejecutadas en los talleres del Proveedor, servirán de control final de la fabricación.

- Control de las características mecánicas
- Control de los tiempos de funcionamiento
- Funcionamiento del dispositivo de mando
- Resistencia de los circuitos principales
- Pruebas dieléctricas
- Control de la calidad de las protecciones de las superficies
- Pruebas de tipo eventuales

### **4.8.3 Seccionadores de Línea con Puesta a Tierra y Seccionadores de Barra**

#### **4.8.3.1 Características Técnicas.**

Los Seccionadores deberán estar diseñados de acuerdo con lo indicado en las Normas IEC 129 y deberán tener las siguientes características:

Tensión máxima de servicio	36 kV
Tensión nominal	34,5 kV
Frecuencia nominal	60 Hz
Línea de fuga específica mínima	31 mm/kV
Intensidad nominal en servicio continuo	400 A
Intensidad admisible máx. de corta duración	20 kA (1s)

Intensidad dinámica (valor pico)	50 kAp
Tensión a frecuencia industrial, 1 minuto	80 kV
Tensión de impulso 1.2/50 $\mu$ s	200 kVp
Altura de Instalación	< 1000 m.s.n.m.

#### **4.8.3.2 Características Constructivas.**

Los seccionadores deberán ser capaces de conducir en forma permanente la intensidad nominal para la que han sido diseñados y podrán ser maniobrados en tensión, pero sin carga.

##### **Par mecánico de operación**

Los pares mecánicos resistentes máximos que aseguren la correcta operación del aparato en las peores condiciones que la operación exige.

##### **Contactos**

Los contactos serán ajustables, de alta presión y preferentemente autolimpiantes. Siendo preferidos los diseños de forma que la presión de contacto se logre después del movimiento de cierre y desaparezca antes de comenzar el movimiento de apertura. El fabricante debe dar documentación suficiente en este apartado.

Los elementos conductores de los contactos serán plateados y construidos de un material no ferroso de alta conductividad. Todos los demás componentes de los contactos, serán de material inoxidable e inalterable a los agentes externos y se dispondrán de forma que se evite la conducción de corriente a través de ellos.

##### **Cuchillas**

Las cuchillas serán plateadas en todas las superficies de contacto, con sección y geometría adecuada a las intensidades a conducir, y a los esfuerzos mecánicos a soportar.

##### **Bornes**

Los bornes de alta tensión deberán ser bimetálicos, tipo pala y lisos. Los bornes de conexión deberán permanecer inmóviles durante las operaciones de apertura y cierre.

##### **Aisladores**

Las columnas de los aisladores soporte deberán ser de porcelana esmaltada, que cumpla con los niveles de aislamiento y línea de fuga especificados y cumplan con la norma IEC-273.

##### **Bastidor de los seccionadores**

Alojarán los elementos propios que aseguren una maniobra segura. Dispondrán de sistema de enclavamiento de operación. Se referirá el sistema empleado para el enclavamiento en sus posiciones extremas, el cual deberá asegurar que una vez enclavado no haya posibilidad que cambie de posición.

El bastidor de cada uno de los polos deberá estar provisto de una terminal de puesta a tierra de tornillo de métrica 12 o similar y para un cable de tierra de 70 mm<sup>2</sup>. Este punto deberá marcarse con el símbolo de tierra en lugar visible. Este símbolo irá sobre una placa de material inalterable a la oxidación, fijada por dos tornillos.

### **Transmisiones**

Las transmisiones serán lo más sencillas posibles, ya sean de giro o desplazamiento (en cuyo caso se diseñarán para trabajar a tracción), constando del menor número posible de piezas, cambios de giro, desplazamientos y mecanismos.

Las cajas de transmisión y el resto de las piezas (bielas, cambios de giro, cojinetes, transmisiones, enlazamientos) se identificarán con los sentidos de giro, indicando en todas ellas sus esfuerzos máximos admisibles. Dispondrán de un disco de enclavamiento de consignación por candado

#### **4.8.3.3 Accionamientos**

Los motores de accionamiento y sus auxiliares se instalarán en un tablero de mando en el cual se alojarán también los aparatos de mando y control del mismo. Dicho tablero estará situado físicamente en la proximidad del seccionador o sobre su estructura soporte. El tablero estará preparado para su instalación a la intemperie, con un grado de protección IP-54.

El material de los tableros de los accionamientos será Acero Inoxidable, de tal manera de garantizar una buena resistencia a ambientes con altos índices de corrosión salina. Externamente, cada tablero irá provisto de los siguientes elementos:

- Orejetas en puerta para colocación de candado
- Lámparas o indicadores de posición
- Tornillo de puesta a tierra, debidamente identificado. Con placa atornillada con el símbolo de tierra. Esta placa será inalterable a la oxidación y sujeta por dos tornillos.



La entrada de los cables de control al tablero se efectuará por la parte inferior, para evitar la entrada de agua, debiendo disponerse en la misma una placa desmontable que se taladrará en la obra al diámetro adecuado.

Todos los mandos, podrán ser accionados localmente en emergencia, mediante manivela manual, debiendo existir un enclavamiento entre el accionamiento manual y el circuito de mando. Entre los mandos de los seccionadores de línea y las cuchillas de puesta a tierra, deberá existir un enclavamiento mecánico. Cada tablero deberá alojar en su interior como mínimo los siguientes elementos:

- Interruptor termomagnético para alimentación de resistencia. Irá equipado con dos contactos NC de señalización, yendo uno cableado a bornes.
- Motor y contactores de cierre y apertura enclavados eléctricamente entre sí.
- Resistencia de calefacción de potencia adecuada para evitar condensaciones y humedades, cuyo valor deberá estar justificado. Deberá estar protegida mecánicamente contra choques o contactos accidentales.
- Interruptor termomagnético de corriente continúa para protección del motor. Un contacto (NA) del interruptor se cableará directamente a bornes para enclavamiento del circuito de maniobra de los contactores y otro contacto (NC) estará cableado a bornes en paralelo con un contacto de operación del relé térmico.
- Conmutador local (L), remoto (R), bloqueo (B) que realizará las siguientes funciones:

En el interior de los tableros de control se pondrá en la parte inferior, una barra de tierra de 30 x 5 mm con taladros de M6 separados cada uno 3 cm para poder conectar a la misma las pantallas de los cables exteriores.

#### **4.8.3.4 Accesorios**

Cada seccionador debe ser suministrado con los siguientes accesorios:

Placa de identificación

Gabinete de control con estructura metálica de soporte

Lámparas indicadoras de posición (Rojo – cerrado, Verde – Abierto)

Terminal de puesta a tierra

Interruptores y contactos auxiliares

Dispositivos de bloqueos

Mecanismo de operación manual

Herramientas de puesta a tierra

Estructura soporte de acero galvanizado

#### 4.8.3.5 Pruebas

Todas las pruebas típicas y de rutina serán llevadas a cabo de acuerdo con las publicaciones IEC 60, 129 y 265.

##### a) Pruebas Típicas.

Prueba de tensión

Pruebas de elevación de temperatura

Prueba suplementaria de elevación de temperatura

Medición de resistencia

Prueba de corriente de impulso y de corriente de corta duración

Prueba de resistencia mecánica

Prueba de aisladores

##### b) Pruebas Rutinarias.

Medición de Resistencia

Pruebas de Resistencia Mecánica

Pruebas de los Aisladores

#### 4.8.4 Transformadores de Corriente.

##### 4.8.4.1 Características Técnicas

Los transformadores de intensidad deberán estar diseñados de acuerdo con lo indicado en la norma IEC 185 en última revisión, y deberán tener las siguientes características:

Tensión máxima de servicio entre fases	36 kV
Tensión nominal entre fases	34,5 kV
Frecuencia nominal	60 Hz
Sobreintensidad admisible en permanencia	120 %
Tensión a frecuencia industrial, 1 minuto	80 kV
Tensión de impulso 1.2/50 $\mu$ s	200 kVp
Línea de fuga específica	31 mm/kV
Nº de Núcleos secundarios	3
Relación de transformación	50-100/5/5/5 A
Nº de secundarios:	3
Potencias y clases de precisión:	

1°	Secundario (medición)	
	Potencia de precisión	30 VA
	Clases de precisión	0,2S
2° al 3°	Secundario (protección)	
	Potencia de precisión	30 VA
	Clase y factor límite de precisión	5P20
	Altura de Instalación	< 1000 m.s.n.m.

#### 4.8.4.2 Características constructivas

Los transformadores de intensidad serán preferentemente de seguridad reforzada, del tipo de baño de aceite, con aislamiento de papel impregnado absolutamente estancos y con aislamiento exterior de porcelana vidriada, que garantice los niveles de aislamiento y línea de fuga especificados. El conjunto irá equipado con compensador de acero inoxidable cuyo diseño permita seguir las variaciones de volumen del aceite, sin que se produzca una apreciable sobretensión en el aparato, así como con medios de control del compensador, ya sea mediante una ventanilla o similar, ya con indicador de nivel de aceite o de posición del diafragma metálico.

En el caso de que el transformador incorpore una cuba, ésta estará construida con chapa de aluminio y su diseño será tal, que se impida todo contacto entre el aceite del transformador y el aire exterior.

Los circuitos magnéticos del transformador serán de forma toroidal y estarán contruidos con chapa magnética arrollada, de acero de grano orientado y de muy bajas pérdidas específicas. El material de los arrollamientos, será de hilo de cobre de alta conductividad eléctrica, aislado con barniz o sustancia similar.

Los bornes de A.T. serán de aluminio, plateados, Ø 30 x 125 mm, con acabado exterior cilíndrico y liso, siendo capaces de soportar un tiro longitudinal de 100 daN y un tiro simultáneo de 10 daN en cualquier dirección perpendicular a la anterior.

Los arrollamientos secundarios de los transformadores de intensidad se conectarán a una caja de conexiones situada en la parte inferior del transformador, protegida contra intemperie. Los bornes deberán ser del tipo de tornillo con tuerca, adecuados para conexión de cables de hasta 10 mm<sup>2</sup> de sección (provistos de terminales de comprensión con forma de arandela) y deberán llevar un dispositivo que permita cortocircuitar cada arrollamiento independientemente. Los cables externos entrarán

por la parte inferior a la caja de conexiones. A tal efecto, la caja de bornes secundarios estará equipada con prensaestopas.

Tanto los bornes de arrollamiento primario como las de los arrollamientos secundarios, deberán identificarse mediante marcas de polaridad indelebles. La identificación de los bornes deberá estar de acuerdo con lo indicado en el capítulo correspondiente de la norma IEC 185.

Los transformadores llevarán una toma accesible, protegida contra la intemperie, para la medida de la tangente del aislamiento. Como elementos accesorios, el transformador debe disponer como mínimo de los siguientes:

- Indicador de nivel del aceite, visible para una persona situada a nivel del suelo con el transformador ubicado en su emplazamiento de funcionamiento.
- Auxiliares para el izado del equipo.
- Puentes para el cambio de la relación de transformación en el primario.
- Accesorios para cortocircuitar los secundarios en bornes de forma independiente.
- Toma para la medición de las tangentes del aislamiento.
- Dispositivo de llenado de aceite. Válvula de descarga y/o de extracción de muestras de aceite en el lugar correcto, para efectuar dichas operaciones con el transformador situado en su emplazamiento de funcionamiento.

Los transformadores de intensidad deberán estar provistos de un tornillo de puesta a tierra en la parte inferior del transformador, apto para conectar un cable de Cu de 70 mm<sup>2</sup>. Todas las partes metálicas exteriores de naturaleza férrica del transformador estarán protegidas contra la corrosión por galvanizado en caliente. Los transformadores de intensidad estarán preparados para anclaje a soporte metálico por medio de pernos.

#### **4.8.4.3 Pruebas**

Se llevarán a cabo las siguientes pruebas de tipo, aceptación y rutina de acuerdo con las Publicaciones IEC. 60, 185, 270, las normas CSA-C13 y Norma NEMA 107.

##### **a) Pruebas de Tipo**

Pruebas de desmagnetización de acuerdo con la Norma CSA-C13.

Mediciones de impedancia y de corriente de excitación de acuerdo con la Norma CSA-C13.

Pruebas de polaridad de acuerdo a la Norma CSA-C13.

Pruebas de corriente de corta duración de acuerdo a la IEC 185.

Pruebas de elevación de temperatura de acuerdo a IEC 185.

Pruebas de rigidez dieléctrica de acuerdo a IEC 185.

Medición de la tensión a circuito abierto de acuerdo a la Norma CSA-C13.

Prueba de tensión de radiointerferencia de acuerdo a la Norma NEMA 107.

#### **b) Pruebas de Aceptación**

Se llevará a cabo una prueba de impulso como pruebas de aceptación y como primera prueba (antes de las pruebas típicas y rutinarias) en un transformador de corriente de cada lote de 10 unidades de cada tipo incluido en la entrega. La prueba al impulso será llevada a cabo de acuerdo con la IEC N° 185, Cláusula 21.

#### **c) Pruebas Rutinarias**

Se llevarán a cabo las siguientes pruebas rutinarias de acuerdo con las Publicaciones IEC 60, 185, 186, 186 A, 270, 358, Norma CSA-C13 y Norma ANSI C93.1.

Verificación de las marcas de los terminales.

Pruebas a frecuencia industrial en los devanados primarios

Pruebas a frecuencia industrial en los devanados secundarios

Pruebas de sobretensión entre espiras en los devanados secundarios

Determinación del error y desplazamiento de fase de acuerdo a la Sección 9 del Capítulo III de la IEC 185.

Medición de la resistencia de los devanados de acuerdo a la Norma CSA-13, Cláusula 6.6 a 75°C de temperatura en el devanado.

Tangente del ángulo de pérdidas.

### **4.8.5 Transformadores Inductivos de Tensión.**

#### **4.8.5.1 Características Técnicas**

Los transformadores de tensión serán para conexión fase-tierra, estarán diseñados de acuerdo con lo indicado en la norma IEC 186 en última revisión, y deberán tener las siguientes características:

Tensión máxima de servicio entre fases	36 kV
Tensión nominal entre fases	34,5 kV



Frecuencia nominal	60 Hz
Línea de fuga específica	31 mm/kV
Relación de transformación	34,5: $\sqrt{3}/0,11:\sqrt{3}/0,11:\sqrt{3}$ kV
Potencias y clases de precisión:	
1°    Secundario (medición)	
Potencia de precisión	30 VA
Clase de precisión	0,2
2°    Secundario (protección)	
Potencia de precisión	30 VA
Clase de precisión	3P
Tensión a frecuencia industrial, 1 minuto	80 kV
Tensión de impulso 1.2/50 $\mu$ s	200 kVp
Altura de Instalación	< 1000 m.s.n.m.

#### 4.8.5.2 Características constructivas

Los transformadores de tensión serán preferentemente de seguridad reforzada, del tipo de baño en aceite, con aislamiento de papel impregnado absolutamente estancos y con aislamiento exterior de porcelana vidriada, que garantice los niveles de aislamiento y línea de fuga especificados. La cuba deberá estar provista de un sistema de preservación de aceite, a fin de compensar las variaciones del nivel de aceite, mediante una cámara de gas inerte, además, estará equipada con nivel de aceite, tapón de llenado y tapón de vaciado con dispositivo de toma de muestras de aceite. El borne de alta tensión del transformador de tensión deberá ser de aluminio  $\varnothing$  30 x 80 mm, cilíndrico y liso y deberá estar dispuesto verticalmente.

Los transformadores de tensión irán equipados con cajas de conexiones para los terminales secundarios, protegidos contra intemperie. Los bornes deberán ser del tipo de tornillo con tuerca, adecuados para conexión de cables de hasta 10 mm<sup>2</sup> de sección (provistos de terminales de compresión con forma de arandela). Los cables externos entrarán por la parte inferior a la caja de conexiones. A tal efecto, la caja de Bornes secundarias deberá ir equipada con prensaestopas.

Tanto los bornes del arrollamiento primario como los de los arrollamientos secundarios deberán identificarse mediante marcas de polaridad indelebles. La identificación de los bornes deberá estar de acuerdo con lo indicado en la norma IEC 186 en última edición. La conexión a tierra del transformador se realizará en la

cuba del transformador. Esta conexión deberá estar identificada y será apta para admitir un terminal para cable de 70 mm<sup>2</sup>.

El transformador estará provisto de dispositivos de amortiguamiento de los fenómenos producidos por ferorresonancia, dispositivos de los que el fabricante deberá dar instrucciones para su verificación periódica.

#### **4.8.5.3 Pruebas**

Se llevarán a cabo las pruebas de tipo, aceptación y rutina, de acuerdo con las publicaciones IEC 60, 186, 186A, 270, 358, las normas CSA-C13 y las normas ANSI C93.1.

##### **a) Pruebas de Tipo**

La exactitud de las pruebas deberá estar de acuerdo con la publicación IEC 186, secciones 9 y 10

Pruebas de desmagnetización de acuerdo con la norma CSA-C13.

Mediciones de impedancia y de corriente de excitación de acuerdo con la norma CSA-13.

Pruebas de polaridad de acuerdo a las normas CSA-13.

Pruebas de elevación de temperatura de acuerdo con la norma IEC correspondiente.

Durante las pruebas de elevación de temperatura, los devanados de medición y protección se cargarán con una resistencia que corresponda a la carga nominal.

Pruebas dieléctricas de acuerdo con la publicación IEC 186.

##### **b) Pruebas Rutinarias**

Se llevarán a cabo las siguientes pruebas rutinarias de acuerdo con las publicaciones IEC 60, 186A, 270, 358, normas CSA C-13 y norma ANSI C93.1

Verificación de las marcas de los terminales de acuerdo a la publicación IEC 186.

Pruebas a frecuencia industrial en los devanados primarios de acuerdo IEC 186.

Pruebas a frecuencia industrial en los devanados secundarios de acuerdo IEC 186.

Determinación del error y desplazamiento de fase de acuerdo a la IEC 186.

Medición de la resistencia de los devanados de acuerdo a la norma CSA-C13, cláusula 6.6, a 75°C de temperatura en el devanado.

#### **4.8.6 Pararrayos.**

##### **4.8.6.1 Características Técnicas**

Los pararrayos deberán estar diseñados de acuerdo con lo indicado en la Norma IEC 99-4 y deberán tener las siguientes características:

Tensión máxima de servicio entre fases	36 kV
Tensión nominal	34,5 kV
Máxima tensión operativa continua fase-tierra	30 kV
Frecuencia nominal	60 Hz
Nivel de aislamiento del equipo que se protege	200 kVp
Nivel de aislamiento mínimo del aislador del Pararrayo	
• A impulso tipo rayo	200 kVp
• A frecuencia industrial bajo lluvia 1 min	80 kV
Intensidad nominal de descarga	10 kA
Línea de fuga específica	31 mm/kV
Tipo de servicio	Continuo
Clase	3
Contador de descargas	Si
Altura de Instalación	< 1000 m.s.n.m.

#### 4.8.6.2 Características Constructivas.

Los pararrayos deberán ser de Oxido de Zinc, y estarán constituidos por una columna de elementos activos formados por una o varias unidades montadas unas sobre otras y conectadas eléctricamente en serie. Cada unidad de elementos activos estará alojada en una envuelta cilíndrica de porcelana herméticamente cerrada, y deberá estar dotada de un limitador de presión que impida una rotura violenta de la envuelta de porcelana, provocada por un posible defecto del pararrayos.

Los pararrayos deberán suministrarse dispuestos para anclaje a soportes metálicos mediante pernos, estando éstos excluidos del suministro. También estarán provistos de un terminal de puesta a tierra en la parte inferior de los mismos. Se deberá disponer para cada uno de ellos de un contador de descargas provisto de un indicador amperímetro. A tal efecto, el terminal de tierra del pararrayos deberá aislarse de los soportes metálicos mediante una base aislante adecuada.

#### 4.8.6.3 Pruebas

Todas las pruebas de tipo y rutinarias deberán ser llevadas a cabo de acuerdo con las publicaciones IEC 60, 99-1 y 99-1A.

##### a) Pruebas de Tipo

Prueba de descarga a frecuencia industrial

Prueba de descarga al choque con onda 1,2/50 m seg

Curva de tensión de descarga en función del tiempo  
 Prueba de descarga a las sobretensiones de maniobra  
 Prueba de verificación de la tensión residual  
 Prueba de resistencia a las corrientes de choque  
 Prueba de funcionamiento  
 Prueba del limitador de presión  
 Prueba de perturbación radiofónica  
 Prueba de los contadores de descarga.

#### **b) Pruebas de Recepción**

Las pruebas de recepción efectuadas en los talleres del Constructor servirán de control final de la fabricación.

Prueba de descarga en seco, a frecuencia industrial sobre el pararrayos completo.

Prueba de descarga al choque con onda 1,2/50 m seg

Prueba de verificación de la tensión residual a la corriente nominal de descarga sobre el pararrayos completo (sobre un solo pararrayos)

### **4.8.7 Tablero de Control, Protección y Medición.**

#### **4.8.7.1 Objeto**

La presente especificación tiene por objeto definir las Características Técnicas que regirán para el diseño, fabricación, ensayos, embalaje y transporte de los Tableros de control, protección y medición, que serán instalados en la Salas de Control de las Subestaciones Trujillo Sur y Chavimochic.

#### **4.8.7.2 Características constructivas**

Los tableros serán autosoportados, blindados, sin partes bajo tensión accesibles, con un grado de protección IP55, y deberán suministrarse completos con todos sus componentes debidamente ensamblados y cableados, listos para la puesta en servicio. Cada tablero deberá ser construido considerando un 20 % de borneras de reserva con un mínimo de 10 unidades para futuras ampliaciones y/o modificaciones.

Los componentes de los tableros deberán ser de última tecnología, con características iguales o mejores a los señalados en estas especificaciones técnicas.

Para el cableado de los circuitos de corriente y control, se utilizarán conductores de cobre cableado con calibres mínimos de 4 y 2,5 mm<sup>2</sup> respectivamente, cubiertos con aislamiento de polietileno, resistente al calor, a la humedad y no inflamable,

con un nivel de aislamiento de 1000 V. La protección contra cortocircuitos y sobrecargas de los diferentes circuitos deberá realizarse por medio de interruptores termomagnéticos. Los tableros contarán con una señal luminosa que indique pérdida de tensión auxiliar de corriente continua, esta señal deberá ser alimentada en corriente alterna.

Los circuitos de corriente para medición y protección tendrán borneras del tipo cortocircuitables para efectuar con facilidad los puentes en los cables que conecten la parte secundaria de los transformadores de corriente, y de este modo dejar libre la parte interna del tablero.

Deberán proveerse borneras o regletas terminales de 1000 V y 30 A para las conexiones de todos los cables de control, las cuáles estarán provistas de una tira de marcación de vinílico, de tal manera que cada punto terminal y cada regleta esté debidamente identificada, las marcas serán hechas con tinta indeleble. Las regletas o borneras deberán estar separadas en secciones de acuerdo con funciones determinadas, por ejemplo: circuitos de corriente, circuitos de tensión, mandos del interruptor, telemedida, etc.

Los equipos y dispositivos de señalización de los tableros deberán estar en la capacidad de ser alimentados con tensión de servicio auxiliar de 250 Vcc, para la SET Trujillo Sur y 220 Vcc para la S.E.T Viru.

#### **4.8.7.3 Sistema de control**

El sistema de control, deberá contar con esquemas mímicos que representen a los diagramas unifilares proyectados. lo que permitirán la operación remota de la apertura y cierre de los interruptores, seccionadores de líneas y seccionadores de barras, mediante el conmutador discrepante correspondiente. Adicionalmente, deberá contar con señalización remota, que se verá reflejada en el cuadro mímico, a través del estado de las lámparas de señalización, de la siguiente manera:

- La posición de los conmutadores que esté de acuerdo con la posición física (abierto - cerrado) del equipo correspondiente se indicará con lámpara de señalización apagada.
- La posición de los conmutadores que sea distinta a la posición física del equipo respectivo (abierto - cerrado) se indicará con lámpara encendida permanentemente.

#### **4.8.7.4 Sistema de alarmas**



Cuando correspondan, los tableros serán suministrados con un sistema de alarmas deberá permitir tener localmente señalización visual y auditiva para las señales requeridas. El bloque anunciador de alarmas se alimentará con tensión auxiliar en corriente continua, tendrá un mínimo de 36 señales y tendrá las siguientes características:

Una sirena con alimentación en corriente continua.

Una sirena con alimentación en corriente alterna.

Botones pulsadores para funciones de:

- Prueba de lámparas.
- Prueba de función.
- Silenciador de bocina.
- Reconocimiento de alarma.
- Reposición.

#### **4.8.7.5 Equipos de protección**

Los equipos de protección, serán diseñados, fabricados y probados de acuerdo con las últimas ediciones de las siguientes normas IEC 51, IEC73, IEC117, IEC221, IEC387, que les sean aplicables.

Los equipos de protección deberán ser electrónicos, digitales y con funcionamiento basado en microprocesadores, de múltiples funciones de protección y de conexión directa a los transformadores de medición. Deberán estar diseñados para trabajar con variaciones de tensión auxiliar de  $\pm 20\%$  del sistema de corriente continua de la Subestación.

#### **Protección de sobrecorriente de fases, neutro y tierra (50/51, 50N/51N y 50G/51G)**

La protección de sobrecorriente deberá ser instantánea y temporizada, con posibilidad de selección de curvas de tiempo inverso, muy inverso, definido y otras, tanto para fallas entre fases, como para fallas a tierra, con ajustes y rangos independientes. La función de tiempo definido deberá tener retardo de tiempo ajustable. Adicionalmente, la protección de sobrecorriente deberá contar con la característica de sensibilidad de falla a tierra.

#### **Protección de sobrecorriente direccional de fase y tierra (67/67N)**

La protección de sobrecorriente direccional de fase y a tierra deberá ser instantánea y temporizada, con características de selección y ajustes, similares a los anteriores.

**Protección de mínima tensión (27)**

La protección de mínima tensión tendrá un rango de operación de 10 a 200 Vca siendo ajustable en pasos de 1 Vca, y en tiempo de operación de 1 a 60 segundos en pasos de 1 s.

**Protección de sobretensión (59)**

La protección de sobretensión tendrá un rango de operación de 70 a 250 Vca siendo ajustable en pasos de 1 Vca, y en tiempo de operación de 1 a 60 segundos en pasos de 1 s.

**Protección de secuencia negativa (46)**

La protección de secuencia negativa se activara cuando se detecten secuencias de fases inversas o desequilibradas, actuando de manera instantánea y temporizada. Las características de selección y ajustes, serán similares a los de protección de sobrecorriente.

**Protección de mínima y máxima frecuencia (81)**

La protección de mínima y máxima frecuencia tendrá un rango de operación de 46 a 64 Hz, y en tiempo de operación de 0 a 10 segundos.

**Protección diferencial del transformador (87T)**

La protección deberá ser para la protección de transformadores trifásicos de dos arrollamientos; siendo configurable internamente de acuerdo a la relación de transformación y grupo de conexión del transformador, además deberá contar con ajustes de restricción de armónicos, saturación de transformadores y sobreexcitación. La protección tendrá flexibilidad en la aplicación mediante un amplio rango de ajustes y de facilidades de configuración.

**Relé de Bloqueo (86T)**

Será un relé multicontacto de alta velocidad, siendo su aplicación en el disparo de interruptores debido a fallas internas en el transformador ó por actuación de la protección diferencial del transformador. Siendo su reposición por mando eléctrico o manual.

**Localizador de fallas (LF)**

Función complementaria al esquema de protección, capaz de medir aproximadamente la distancia aparente al punto de falla, el algoritmo deberá tomar en cuenta los efectos de la corriente de carga y de la resistencia de falla, que será

implementada y procesada con microprocesador independiente de las funciones de protección.

#### **Registrador de fallas (RF)**

Función complementaria al esquema de protección, que permitirá el registro de información sobre el comportamiento del sistema, permitiendo su evaluación posterior, registrando la forma de onda de las señales de tensión y corriente durante los disturbios.

#### **Registrador de eventos (RE)**

Función complementaria al esquema de protección, que permitirá almacenar la información de perturbaciones, con indicación de la fecha, hora, causa de la perturbación, tensiones, corrientes y estado del relé. En caso de la interrupción de la alimentación los sucesos serán almacenados en memoria no volátil.

#### **4.8.7.6 Equipos de medición**

Los equipos de medición, serán diseñados, fabricados y probados de acuerdo con las últimas ediciones de las siguientes normas IEC 51, IEC73, IEC117, IEC221, IEC387, que les sean aplicables. Los equipos de medición de energía eléctrica estara conformado por contadores de energía electrónicos del tipo multifunción, para medición de energía activa (kWh), energía reactiva (kVARh) y máxima demanda (kW).

Los medidores de energía, deberán ser del tipo múltiple tarifa, con acceso a medición en tiempo real (datos instantáneos), que se pueda programar los días domingo y feriados del año y tenga capacidad de medición bidireccional (en los cuatro cuadrantes). Además, deberá ser capaz de transmisión remota de datos y tendrá capacidad de memoria masiva.

Así también, los equipos deberán contar con una precisión clase 0,2 y deberán estar preparados para comunicarse con el sistema SCADA, a través de una red de área local, a implementarse a futuro.

#### **4.8.7.7 Sistema de comunicación**

Los equipos anteriormente descritos, para poder interconectarse al sistema SCADA, deberán contar con los siguientes protocolos de comunicación, como mínimo: DNP 3.0 e IEC 870-5-101/104; Así mismo deberán contar con los siguientes puertos de comunicación: Fibra Óptica, RS232 y RS485.

#### **4.8.7.8 Pruebas**

Los Tableros de Control, Protección y Medición se montarán completamente en fábrica y serán sometidos a las siguientes inspecciones y pruebas, como mínimo: Inspección general, Revisión del cableado, Pruebas individuales de los equipos que integran los tableros, tales como instrumentos, relés y Pruebas funcionales.

#### **4.9 Especificaciones técnicas obras civiles.**

##### **4.9.1 Generalidades**

Las presentes especificaciones técnicas norman y definen los procedimientos ejecutivos de construcción, medición y pagos que deben ser aceptados y aplicados por el Contratista en la construcción de las bases de concreto armado para el montaje de equipos electromecánicos en las SETs Virú y Trujillo Sur (Módulo de Salida en 34,5 kV). La supervisión se reserva la facultad de introducir durante la construcción, modificaciones y/o agregados que esclarezcan y/o complementen estas especificaciones. Las presentes especificaciones se complementan con las normas y requerimientos indicados en:

- Reglamento Nacional de Construcciones
- American Standard of Testing Materials (ASTM)
- Building Code Requirements for Reinforced Concrete (ACI 318-89) and Commentary - ACI 318R-89

##### **4.9.2 Actividades Preliminares.**

Comprende la ejecución de todas aquellas labores previas y necesarias para iniciar las obras, como son el trazado, nivelación y replanteo.

El Contratista, antes de iniciar, los trabajos de nivelación y excavaciones, efectuará la limpieza del terreno, luego se realizan los trabajos de replanteo de los planos del proyecto en el terreno, comprende la ubicación de los ejes principales y de los niveles de referencia, que debe ubicarse en la obra, colocándose hitos en el terreno.

En esta etapa el Contratista, deberá ejecutar nivelar topográficamente, para determinar las cotas o niveles del terreno para realizar las excavaciones, que sean necesarios ejecutar en el trabajo de movimiento de tierras.

##### **4.9.3 Movimiento de Tierras**

###### **4.9.3.1 Generalidades**

El Contratista efectuará todos los trabajos de movimiento de tierra, nivelación y excavaciones para cimentación de las diferentes estructuras, ductos, buzones, plataformas y muros, así como los rellenos en el área indicada para la subestación.

Las excavaciones y nivelaciones se efectuarán conforme a las dimensiones y niveles mostrados en los planos respectivos de las Subestaciones, o según indique el Supervisor. Las condiciones locales que se presenten durante las excavaciones, pueden requerir la modificación de los niveles en base a las condiciones reales del terreno. El material sobrante será transportado fuera del área de la obra a un botadero, que será permitido y aprobado por la supervisión.

#### **4.9.3.2 Trabajos de nivelación con equipo.**

Comprende todos los trabajos de movimientos de tierras necesarios que se debe ejecutar, para alcanzar los niveles requeridos. Previamente, el contratista, debe someter a aprobación del Supervisor de los niveles realizado en la etapa anterior.

#### **4.9.3.3 Excavación para cimentación de estructuras.**

Las excavaciones para cimentación de las bases de concreto armado y de las zanjas para el tendido de las tuberías PVC, deberán tener como mínimo las profundidades y medidas indicadas en los planos. El Supervisor, antes del vaciado del concreto de cimentación deberá aprobar las excavaciones, el fondo de la excavación hecha para la cimentación deberá quedar limpia y pareja, se deberá retirar todo derrumbe en el caso que lo hubiese.

#### **4.9.3.4 Rellenos compactados.**

El Contratista efectuará todos los rellenos que sean necesarios para terminar las obras incluidas en el proyecto de la subestación. Los rellenos no previstos en el proyecto y que a juicio del Supervisor sean necesarios efectuar; serán ejecutados por el Contratista previa orden escrita de la Supervisión. El material de relleno estará exento de basura, material orgánico o cualquier otro material que sea inadecuado.

El Contratista efectuará los ensayos y/o pruebas de compactación del material para relleno y entregará a la Supervisión copia certificada de los resultados.

#### **4.9.3.5 Eliminación del material excedente.**

El Contratista transportará fuera de la obra, a un lugar permitido (botadero) y aprobado por el Supervisor, el sobrante del material proveniente de las excavaciones que no haya sido utilizado en los rellenos. Para efectos de cotización se considerará una distancia de transporte de 5 Km. como máximo.

### **4.9.4 Trabajos de Concreto**

#### **4.9.4.1 Generalidades.**



El concreto simple que se especifica, es el producto resultante de la mezcla de agua, cemento, arena de la región y aditivos a requerimiento del proyecto, en proporciones tales que se obtenga las resistencias especificadas en los planos. El concreto armado es el concreto simple al cual se le ha incluido armadura acero.

Las dosificaciones de los componentes del concreto serán diseñadas por el Contratista y puesto a consideración del Ingeniero Supervisor para su aprobación.

En ningún caso el Contratista utilizará un concreto cuya resistencia sea menor que la especificada en el presente proyecto.

#### 4.9.4.2 Cemento

Por lo general el cemento a emplear será el Portland tipo V envasados en bolsas de 42.5 kg. El transporte y almacenamiento del cemento será efectuado en tal forma, que no permita el cambio de su composición y características físicas de fábrica. El Supervisor tomará las muestras correspondientes de acuerdo con las normas del A.S.T.M. para comprobar la correcta calidad y el cumplimiento de la norma A.S.T.M. C 150.

#### 4.9.4.3 Agregados

Los agregados para el concreto deben cumplir una de las siguientes normas:

Especificación para agregados de Concreto (ASTM C 33)

Especificación para agregados livianos para concreto estructural (ASTM C 330).

##### **Agregado fino (arena)**

La arena para preparar el concreto y para usos como mortero, será limpia, libre de impurezas orgánicas o material arcilloso. Preferentemente se utilizará arena de la región de tipo cuarzosa y uniforme. La Tabla siguiente muestra los porcentajes para que una arena sea bien graduada.

<b>MALLA STANDARD</b>	<b>PORCENTAJE QUE PASA (%)</b>
3/8"	100
Nº 4	95 - 100
Nº 8	80 - 100
Nº 16	50 - 85
Nº 60	25 - 60
Nº 50	10 - 30
Nº 100	2 - 10

##### **Agregado grueso**

El agregado grueso debe ser de origen cuarzoso, limpio y libre de materias orgánicas. El tamaño nominal no debe ser mayor que:

- 1/5 de la dimensión más angosta entre caras del encofrado
- 1/3 del espesor de las losas
- ¾ del espacio libre mínimo entre barras de refuerzo individual

La siguiente Tabla muestra los límites de las dimensiones para que el agregado grueso sea de buena graduación.

Tamaño Agregado	Tamaño Nominal de Malla							
	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 8
1 1/2"	100	95-100		35-70		10-30	0-5	
1"		100	95-100		25-60		0-10	0-5
3/4"			100	90-100		20-55	0-10	0-5
1/2"				100	10-100	10-70	0-10	0-5

#### 4.9.4.4 Agua

El agua a emplearse será fresca, limpia y deberá estar libre de cantidades perjudiciales de aceite, ácidos, álcalis, materias orgánicas y otras sustancias que puedan ser perjudiciales al concreto o al acero, así mismo estará exento de arcilla y lodo. Antes del empleo en la mezcla el agua será conforme a lo establecido en la norma T-26 de la A.S.H.O; la turbidez del agua no excederá 2000 partes por millón. Se considera agua de mezcla al contenido de humedad de los agregados que será determinado según las normas A.S.T.M. 70. La cantidad de sulfatos expresada en anhídrido sulfúrico, será máxima de 1 gr./lt.

#### 4.9.4.5 Diseño de mezclas

El Contratista se encargará de diseñar las mezclas de concreto por peso o volumen para cumplir con los requisitos de resistencia, durabilidad, impermeabilidad y buenas condiciones de todas las obras de concreto autorizadas. El concreto terminado deberá tener la resistencia mínima a la compresión a los 28 días de vaciado que se indica en el cuadro siguiente:

TIPO	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	TIPO DE ESTRUCTURA
A	100	Solados
B	210	Bases, pedestales y columnas

Las proporciones de la mezcla no serán alteradas, salvo que cuenten con la aprobación escrita del Ingeniero Supervisor. Los materiales propuestos para la

- fabricación de concreto serán seleccionados por el Contratista con suficiente anticipación del tiempo en que serán necesitadas en la obra y se entregarán al Supervisor muestras adecuadas de los materiales propuestos por lo menos 30 días anticipadamente al tiempo en que serán empleados en la mezcla para la preparación del concreto. La determinación de la resistencia a la compresión en Kg/cm<sup>2</sup> se efectuará en cilindros de prueba de 6" x 12", de acuerdo con el "Método Estándar" de pruebas para la resistencia a la compresión de Cilindros Moldeados de concreto, designación ASTM C39.

#### **4.9.4.6 Mezclado**

El mezclado del concreto deberá hacerse en máquinas mezcladoras de concreto, del tipo aprobado por el Supervisor y que pueda asegurar un correcto mezclado. Los mecanismos de la concreteira deberán estar constituidos de manera tal que todos los materiales que entren al tambor, incluso el agua pueda proporcionarse adecuadamente bajo control. El tiempo de mezclado para una mezcladora de una capacidad de 1 yarda cúbica o menos, será de un minuto. Para mezcladoras mayores el tiempo deberá aumentarse en razón de 15 segundos por cada ½ yarda cúbica adicional de capacidad. No está permitido el remezclado del concreto o mortero que se haya endurecido parcialmente.

#### **4.9.4.7 Transporte y colocación del concreto**

El concreto será transportado de la mezcladora al lugar de la obra en forma práctica más rápida posible por métodos que impidan separación o pérdida de ingredientes de manera que asegure se obtenga la calidad requerida para el concreto.

Antes de vaciar concreto, los encofrados y el acero de refuerzo deberán ser inspeccionados y aprobados por el Ingeniero Supervisor en cuanto a la posición, estabilidad y limpieza. No deberá efectuarse ningún vaciado de concreto sin tener la aprobación previa del Supervisor. Todo el concreto deberá ser depositado lo más cerca posible de su posición final de modo que el flujo se reduzca a un mínimo. Los chutes y canaletas se utilizarán para caídas mayores de 1.50 m. El concreto será vaciado en un ritmo tal, como el concreto de la misma tanda sea depositado sobre concreto plástico que no haya tomado su fragua inicial aún.

El concreto será colocado en forma continua hasta la terminación del vaciado. Si la sección no puede vaciarse en forma continua, se ubicarán juntas de construcción en las ubicaciones que se indiquen en los planos.

Todos los vaciados de concreto serán plenamente compactados en su lugar por medio de vibradores del tipo inmersión aprobada. La duración de la vibración esta limitada al mínimo necesario para producir la consolidación satisfactoria sin causar segregación. Se mantendrá un vibrador de repuesto en la obra durante todas las operaciones de vaciado de concreto.

#### **4.9.4.8 Juntas de construcción**

Las juntas de construcción se harán únicamente donde se encuentran indicadas en los planos o se muestren en el cuadro de vaciado, preparado para tal efecto por el Contratista y aprobado por la Supervisión.

#### **4.9.4.9 Curado**

El concreto recién colocado deberá ser protegido de un secado prematuro y de temperaturas excesivamente calientes. El curado inicial deberá seguir inmediatamente a las operaciones de acabado y se empleará agua o coberturas que se mantengan continuamente húmedas o compuestos químicos para curados de concreto, previa aprobación del Ingeniero Supervisor. El curado se continuará durante siete (7) días teniéndose especial cuidado en las primeras 48 horas.

#### **4.9.4.10 Pruebas**

El Contratista deberá efectuar las pruebas necesarias de los materiales y agregados de los diseños propuestos de mezcla y del concreto resultante, para verificar el cumplimiento con los requisitos técnicos de las Especificaciones de la Obra. Estas pruebas incluirán lo siguiente:

**Pruebas de los materiales** que se emplearán en la Obra, para verificar el cumplimiento con las especificaciones.

**Pruebas de resistencia del concreto**, se obtendrán muestras de concreto de acuerdo con las especificaciones ASTM C 172. Los Métodos para hacer un muestreo del concreto fresco serán preparar series de nueve (9) testigos basándose en las muestras obtenidas de acuerdo con las especificaciones ASTM C 31; método para preparar y curar testigos de concreto para pruebas a la compresión y flexión en el campo, y curarlas bajo las condiciones normales de humedad y temperatura de acuerdo con el método indicado del ASTM C 39.

Las pruebas de Campo serán:

##### **a) Slump (Asentamiento)**

Esta prueba debe efectuarse con frecuencia durante el proceso del llenado del concreto, una prueba cada hora, es lo mínimo recomendable. La prueba del slump se ejecuta mediante el cono de Abrams, y viene expresado, para las mezclas, como sigue:

Secas : 0" a 2"

Plásticas : 3" a 4"

Húmedas : > 4"

### **b) Testigos Cilíndricos**

Estos testigos siempre deben elaborarse por pares. El número de pares a obtenerse por cada calidad de concreto debe ser como mínimo:

- Un par por día de vaciado
- Un par por cada 50 m<sup>3</sup> de concreto colocado
- Un par por 300 m<sup>2</sup> de concreto colocado, para casos de losas o pavimentos.

Se llevará a cabo a preparación de tres (3) testigos a los 7 días, tres (3) a los 14 días y tres (3) a los 28 días, de acuerdo con la especificación ASTM C 39, método para probar cilindros moldeados de concreto para resistencia a la compresión.

El resultado de la prueba será el promedio de la resistencia de los tres (3) testigos obtenidos en el mismo día, excepto si uno de los testigos en la prueba manifiesta que ha habido fallas en el muestreo, moldes o prueba, este podrá ser rechazado y se promediará los dos testigos restantes.

Si hubiese más de un testigo que evidencia cualquiera de los defectos indicados, la prueba total será descartada. Se efectuará una prueba de resistencia a la compresión por cada 50 m<sup>3</sup> o cada fracción de cada diseño de mezcla de concreto vaciado en un sólo día; en ningún caso deberá presentarse un diseño de mezcla con menos de 5 pruebas.

## **4.9.5 Encofrados**

### **4.9.5.1 Generalidades**

Este capítulo cubre el suministro de todos los materiales, herramientas, equipos, mano de obra y dirección técnica necesaria para la fabricación, transporte, encofrado y desencofrado para todas las estructuras del Proyecto indicado en los planos o según instrucciones del Supervisor.

El material de encofrado, siendo generalmente de madera, debe ser de buena calidad, resistente y nueva de superficie uniforme a fin de conseguir un acabado



caravista, para lo cual se aplicará desmoldeadores de concreto en la madera de encofrado.

#### **4.9.5.2 Diseño**

Los encofrados serán diseñados y construidos de manera tal, que permitan soportar todos los esfuerzos que se le impongan y para permitir todas las operaciones accidentales al vaciado y compactación del concreto sin sufrir ninguna deformación, deflexión o daños que puedan afectar la calidad del trabajo de concreto.

El encofrado será construido de tal manera que la superficie cumpla las tolerancias de las Especificaciones ACI 347 “Prácticas Recomendadas para Encofrados de Concreto”.

El encofrado deberá tener buena rigidez, para asegurar que las secciones y alineamientos del concreto terminado se mantengan dentro de las tolerancias admisibles.

Las juntas deberán ser herméticas, de manera que no ocurra la filtración del mortero por dichas juntas, y se pueda conseguir una superficie normal. Deberán ser adecuadamente arriostradas contra deflexiones verticales y laterales.

La deformación de los encofrados debe ser hechos de manera que los terminales puedan ser removidos sin causar astilladuras en las capas del concreto, después que las ligaduras hayan sido removidas.

#### **4.9.5.3 Desencofrado**

Los encofrados deberán retirarse cuando la estructura haya desarrollado una resistencia adecuada. Inmediatamente después de quitarse los encofrados, la superficie de concreto deberá ser examinada y cualquier irregularidad de la misma deberá ser tratada de acuerdo a Instrucciones del Ingeniero Supervisor.

El mínimo tiempo para que sean retirados los encofrados a partir de fecha la de vaciado son:

- |                          |        |
|--------------------------|--------|
| • Pedestales, sardineles | 2 días |
| • Columnas               | 3 días |
| • Vigas                  | 6 días |

### **4.9.6 Acero de Refuerzo.**

#### **4.9.6.1 Materiales**

Las armaduras para concreto armado (columnas, vigas, dinteles, etc.) serán de acero corrugado con un límite de fluencia  $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$  y del diámetro indicado en los planos; las armaduras deberán estar completamente limpias, libres de herrumbres y óxido debiendo asegurarse a los estribos a armadura de repartición fuertemente por medio de alambre negro recocido N° 16.

En lo que respecta a los traslapes, ganchos, dobleces estos se ejecutarán de acuerdo a lo especificado en el Reglamento Nacional de Construcciones. El acero de refuerzo deberá cumplir con las especificaciones ASTM-A615.

#### **4.9.6.2 Fabricación**

Todas las varillas deberán cortarse a las dimensiones establecidas y luego los refuerzos serán fabricados estrictamente de acuerdo con los detalles y dimensiones que se muestran en los planos.

#### **4.9.6.3 Enderezado y Redoblado**

Las varillas de acero para refuerzo del concreto no deberán enderezarse, ni volver a doblar, en forma tal que el material sea dañado. No deberán usarse las barras que muestran signos de corrosión, ni doblados los que no estén indicados en los planos.

#### **4.9.6.4 Colocación y disposición de los refuerzos**

Los refuerzos metálicos deberán ser colocados con exactitud y asegurados convenientemente a fin de evitar desplazamientos usando para ello, en las intersecciones tirantes de alambre de fierro recocido o en su defecto grapas de tipo adecuado, sosteniéndolos por medio de dados de concreto. Para el caso de las canaletas exteriores que van en el patio de llaves, las tapas serán de concreto reforzado de la forma y dimensiones indicadas en los planos.

### **4.10 Metrado y Presupuesto Módulos en 34,5 kV**

El costo referencial de obra es lo que se presenta en los cuadros del presupuesto. El costo total para esta sección de obra denominada instalaciones temporales de los módulos en 34,5 kV se han indicado en el resumen 3.4 del capítulo III.

No se incluyen en el metrado los costos hundidos o de equipos existentes, como es el caso del transformador elevador de 10/34,5 kV; 6/6,5 MVA.

El costo directo de obra es de 376 129,04 dólares USA, habiendo previsto para el proyecto en esta sección de Obra 400 577,43 dólares USA. El monto último prevee contingencias para mayores metrados y adicionales, así como gastos por supervisión y administrativos relacionados a la obra.

## RESUMEN GENERAL

PROYECTO : MODULOS EN 34,5 KV TRUJILLO SUR Y SUBESTACION VIRU 34,5 KV

UBICACIÓN : Trujillo y Viru

DEPARTAMENTO : La Libertad

SECCION OBRA	DESCRIPCION	Modulos en 34,5 kV (dolares US)		COSTO TOTALES
		Subestación Viru1	Subestación Viru	
<b>I</b>	<b>Suministro de Materiales</b>			
10,000	Patio de Llaves 34.5 kV	36.334,57	42.195,00	
20,000	Sala de Control	61.739,07	30.305,97	
30,000	Sistema de Barras Flexibles	3.157,81	3.935,01	
40,000	Sistema de Puesta a Tierra	1.104,11	838,02	
50,000	Sistema de Alumbrado	816,46	271,89	
60,000	Cables de Control con-Aislamiento PVC. Multipolar	3.802,14	1.101,44	
70,000	Estructuras Metálicas y ductos	4.712,50		
	<b>Total Suministro de Materiales US\$</b>	<b>111.666,64</b>	<b>78.647,34</b>	
<b>II</b>	<b>Montaje y Desmontaje Electromecánico</b>			
200.100	Equipos Mayores-Patio de Llaves 34.5 kV	12.020,95	5.981,88	
200.200	Tableros y Equipos - Sala de Control	3.316,77	420,83	
200.300	Sistema de Barras Flexibles	1.258,08	1.507,87	
200.400	Sistema de Puesta a Tierra	6.681,52	5.071,99	
200.500	Sistema de Alumbrado	1.111,06	346,95	
200.600	Cables de Control	5.140,82	1.406,17	
200.700	Pruebas y Puesta en Servicio	10.031,07	7.303,08	
200.800	Tableros y Equipos - Sala de Control	857,54	583,79	
	<b>Total Montaje y Desmontaje Electromecánico \$ US</b>	<b>40.47,81</b>	<b>2.622,57</b>	
<b>III</b>	<b>Obras Civiles</b>			
300.100	Obras Preliminares	4.491,03	3.291,00	
300.200	Movimiento de Tierras	2.362,09	849,09	
300.300	Obras de Concreto	9.583,57	4.830,98	
300.400	Varios	11.404,91	5.026,78	
	<b>Total Obras Civiles \$ US</b>	<b>27.841,60</b>	<b>13.997,84</b>	
	<b>Resumen General</b>			
	1.0 Suministro de Materiales	111.666,64	78.647,34	190.313,98
	2.0 Transporte	3.350,00	2.359,42	5.709,42
	3.0 Montaje Electromecánico	40.417,81	22.622,57	63.040,38
	4.0 Obras Civiles	27.841,60	13.997,84	41.839,45
	5.0 Gastos Generales Directos	21.993,13	14.115,26	36.108,39
	6.0 Gastos Generales Indirectos	14.662,08	9.410,17	24.072,26
	7.0 Utilidades	9.163,80	5.881,36	15.045,16
	<b>TOTAL GENERAL \$ USA</b>	<b>229.095,08</b>	<b>147.033,96</b>	<b>376.129,04</b>
<b>PLAZO DE EJECUCION :</b>				



MODULOS 34,5 kV SUBESTACIONES TRUJILLO SUR Y VIRU						
UBICACIÓN :						
SECCION : SS.EE. TRUJILLO SUR DE 34.5 kV -SUMINISTRO MAYOR Y MENOR						
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	METRADO		PRESUPUESTO COSTO (Dolares)	
			CANTIDAD	TOTAL	UNITARIO	TOTAL
10,000	PATIO DE LLAVE 34,5 kV					
10,001	INTERRUPTOR DE POTENCIA TRIPOLAR SF6, 36 kV, 200 kVp (BIL), 630 A, 25 kA, PARA INSTALACIÓN A INTEMPERIE, CON MANDO MECÁNICO POR RESORTES, INCLUYE SOPORTE DE ESTRUCTURA METALICA	u	1,00	1,00	13.823,33	13.823,33
10,003	SECCIONADOR DE LINEA TRIPOLAR CON CUCHILLA DE PUESTA A TIERRA 36 kV, 200 kVp (BIL), 400 A, 20 kA DE DOBLE APERTURA Y MONTAJE HORIZONTAL, PARA INSTALACIÓN A INTEMPERIE, CON	u	1,00	1,00	9.086,67	9.086,67
10,005	TRANSFORMADOR DE TENSION UNIPOLAR INDUCTIVO 34,5:V3 / 0,11:V3 / 0,11:V3 kV, 200 kVp (BIL), 30 VA - CL 0,2 Y 30VA - 3P, PARA INSTALACIÓN A INTEMPERIE	u	3,00	3,00	1.063,33	3.190,00
10,006	PARARRAYOS DE ZNO CON AISLAMIENTO DE PORCELANA 30 kV, 10 kA Y CLASE 3, CON CONTADOR DE DESCARGA, PARA INSTALACIÓN	u	3,00	3,00	918,33	2.755,00
10,008	CABLE UNIPOLAR FORRADO DE 240 mm2 - XLPE 8,7/15 kV	m	480,00	480,00	13,51	6.486,67
10,009	TERMINALES TIPO EXTERIOR PARA CABLE UNIPOLAR FORRADO DE 240 mm2 - XLPE 8,7/15 kV	kit	1,00	1,00	410,00	410,00
10,010	TERMINALES TIPO INTERIOR PARA CABLE UNIPOLAR FORRADO DE 240 mm2 - XLPE 8,7/15 kV	kit	1,00	1,00	263,90	263,90
10,011	PARARRAYOS DE ZNO CON AISLAMIENTO POLIMERICO 12 kV, 10 kA Y CLASE 1, PARA INSTALACIÓN A INTEMPERIE, INCLUYE	u	3,00	3,00	106,33	319,00
	SUB TOTAL 10,000:					36.334,57
20,000	SALA DE CONTROL					
20,001	RELE DE PROTECCIÓN PRINCIPAL MULTIFUNCIÓN CON LAS	u	1,00	1,00	5.020,87	5.020,87
20,002	TABLERO DE CONTROL, PROTECCIÓN Y MEDICIÓN PARA MÓDULO DE TRANSFORMACIÓN, CONFORMADO POR:	u	1,00	1,00	30.647,20	30.647,20
	- 01 ESQUEMA MIMICO					
	- 01 PANEL DE ALARMA VISUAL Y SONORO					
	- 01 RELE DE PROTECCIÓN PRINCIPAL MULTIFUNCIÓN CON LAS					
	50/51, 50N/51N, 50G/51G, 67/67N, 27/59, 46, 81, LF, RF y RE					
	- 01 UN RELE DIFERENCIAL PARA TRANSFORMADOR CON LAS					
	50/51, 50N/51N, RF y RE					
	- 01 RELE DE BLOQUEO 86T					
	- 01 EQUIPO INDICADOR MULTIFUNCIÓN, DE LOS SIGUIENTES					
	kW, kVAR, kVA, COS Ø, A, V y Hz					
	- 01 MEDIDOR DE ENERGÍA ELECTRÓNICO DE LOS SIGUIENTES					
	kW-MAX, kW-h, kVAR-h, kW, kVAR, kVA, COS Ø, A, V y Hz					
20,004	MEDIDOR DE ENERGIA ELECTRÓNICO DE LOS SIGUIENTES PARÁMETROS:	u	1,00	1,00	3.837,67	3.837,67
	kW-MAX, kW-h, kVAR-h, kW, kVAR, kVA, COS F, A, V y Hz					
20,005	CELDA DE SALIDA DE 10 kV, COMPUESTO POR:	u	1,00	1,00	22.233,33	22.233,33
	- 01 INTERRUPTOR DE POTENCIA TRIPOLAR EN VACIO, TIPO EXTRAIBLE 12 kV,					
	95 kVp (BIL), 1250 A, 31,5 kA, CON MANDO MECANICO POR					
	INCLUYE BASE Y ACCESORIOS					
	- 03 TRANSFORMADOR DE CORRIENTE UNIPOLAR 12 kV, 95 kVp					
	400-200/5/5/5 A, 30 VA - CL 0,2 y 2 x 30 VA - 5P20					
	- 01 TRANSFORMADOR DE CORRIENTE TOROIDAL 12 kV, 95 kVp					
	20/1 A, 5 VA - 5P20					
	- 01 ESQUEMA MIMICO					
	SUB TOTAL 20,000:					61.739,07
30,000	SISTEMA DE BARRAS FLEXIBLES					
30,100	CADENA DE AISLADORES TIPO ANCLAJE					
30,101	AISLADOR TIPO ANTINEBLA DE PORCELANA VIDRIADA CON ANODO DE SACRIFICIO, 432 mm LONG. DE FUGA	u	12,00	12,00	19,33	232,00
30,102	GRAPA DE ANCLAJE TIPO PISTOLA AL-AL 4 PERNOS PARA CONDUCTOR DE 200 mm2 AAAC, >25000 LB	u	3,00	3,00	50,27	150,80
30,103	ADAPTADOR HORQUILLA-BOLA A*G* >25000 LB	u	3,00	3,00	6,57	19,72
30,104	ADAPTADOR CASQUILLO-OJO LARGO A*G* >25000 LB	u	3,00	3,00	6,28	18,85
30,105	PERNO OJO 3/4" Ø x 12" A*G* >25000 LB CON TUERCA, ARANDELA Y CONTRATUERCA	u	3,00	3,00	2,51	7,54
30,200	CONDUCTORES					
30,201	CONDUCTOR DE ALEACION DE ALUMINIO (AAAC 6201 T-81) ENGRASADO DE 200 mm2 (394,5 MCM) - 37 HILOS	m	60,00	60,00	5,80	348,00

MODULOS 34,5 kV SUBESTACIONES TRUJILLO SUR Y VIRU						
UBICACIÓN :						
SECCION : SS.EE. TRUJILLO SUR DE 34,5 kV - SUMINISTRO MAYOR Y MENOR						
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	METRADO		PRESUPUESTO COSTO (Dolares)	
			CANTIDAD	TOTAL	UNITARIO	TOTAL
30.300	<b>CONECTORES</b>					
30.301	CONECTOR DE VIAS PARALELAS AL-AL 3 PERNOS PARA CONDUCTOR 200 mm <sup>2</sup> AAAC	u	6,00	6,00	24,17	145,00
30.302	CONECTOR RECTO CABLE - PLETINA AL-AL 2 PERNOS PARA CONDUCTOR 200 mm <sup>2</sup> AAAC	u	18,00	18,00	51,23	922,20
30.303	CONECTOR DERIVACIÓN EN T CABLE - PLETINA AL-AL 4 PERNOS PARA CONDUCTOR 200 mm <sup>2</sup> AAAC	u	3,00	3,00	51,23	153,70
30.400	<b>PORTICO DE BARRAS</b>					
30.401	PORTICO DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTO POR: - 04 POSTES DE C.A.C. 10/400 - 04 ANILLOS DE REFUERZO DE C.A. - 01 TRAVEZANO DE C.A. DE 5 m	Cjto	1,00	1,00	1.160,00	1.160,00
	<b>SUB TOTAL 30.000:</b>					3.157,81
40.000	<b>SISTEMA DE PUESTA A TIERRA</b>					
40.001	CABLE DE COBRE DESNUDO TEMPLE BLANDO DE 70 mm <sup>2</sup>	m	354,00	354,00	2,22	784,70
40.002	VARILLA COPPERWELD 16mm Ø (5/8" Ø) x 2.40 m	u	10,00	10,00	7,25	72,50
40.003	CONECTOR DE BRONCE PARA VARILLA DE 16 mm Ø Y CABLE DE CU	u	10,00	10,00	0,82	8,22
40.004	CONECTOR DE BRONCE CABLE-BARRA, PARA CABLE DE CU 70 mm <sup>2</sup> , CON BASE DE FIJACIÓN A BARRA, Y PERNO DE 3/8" Ø	u	30,00	30,00	3,67	110,17
40.005	TERMINAL DE COMPRESIÓN CABLE-BARRA, PARA CABLE DE CU 70 mm <sup>2</sup> , CON UN AGUJERO	u	46,00	46,00	1,16	53,41
40.006	REJILLA EQUIPOTENCIAL DE 0,6 x 0,6 m DE F*G*	u	1,00	1,00	58,00	58,00
40.007	PLANCHA DOBLADA DE COBRE TIPO "J" DE 13/16" Ø	u	3,00	3,00	0,87	2,61
40.008	BANDA FLEXIBLE DE COBRE DE 18 cm	u	3,00	3,00	4,83	14,50
	<b>SUB TOTAL 40.000:</b>					1.191,11
50.000	<b>SISTEMA DE ALUMBRADO</b>					
50.001	LUMINARIA CON EQUIPO Y LÁMPARA DE VAPOR DE SODIO DE 150 W, 230 VCA	u	2,00	2,00	49,30	98,60
50.002	REFLECTOR CON EQUIPO Y LÁMPARA DE VAPOR DE SODIO DE 150 W, 250 VCC	u	1,00	1,00	91,83	91,83
50.003	PASTORAL DE F*G*, 38 mm DE DIAMETRO	u	2,00	2,00	12,57	25,13
50.004	CABLES DE FUERZA NYY - 1-3x6 mm <sup>2</sup> - 0.6/1 kV	m	230,00	230,00	1,48	339,89
50.005	POSTE DE C.A.C. 8/200	u	1,00	1,00	261,00	261,00
	<b>SUB TOTAL 50.000:</b>					816,46
60.000	<b>CABLES DE CONTROL CON AISLAMIENTO PVC, MULTIPOLAR</b>					
60.001	CABLES DE CONTROL 1000V, 4x4 mm <sup>2</sup>	m	1.250,00	1.250,00	1,64	2.055,56
60.002	CABLES DE CONTROL 1000V, 7x1.5 mm <sup>2</sup>	m	370,00	370,00	1,38	511,83
60.003	CABLES DE CONTROL 1000V, 12x1.5 mm <sup>2</sup>	m	570,00	570,00	2,03	1.157,42
60.004	CAJA DE PASO DE FIBRA DE VIDRIO, CON BLOQUE DE 24 A PARED	Und	1,00	1,00	77,33	77,33
	<b>SUB TOTAL 60.000:</b>					3.802,14
70.000	<b>ESRUCTURAS METALICAS Y DUCTOS</b>					
70.001	SOPORTE DE ESTRUCTURA METALICA PARA SECCIONADOR DE LINEA TRIPOLAR CON CUCHILLA DE PUESTA A TIERRA 36 kV, INCLUYE SUMINISTRO DE FERRETERIA	Cjto	1,00	1,00	1.522,50	1.522,50
70.002	SOPORTE DE ESTRUCTURA METALICA PARA TRES TRANSFORMADORES DE TENSION UNIPOLAR INDUCTIVO 36 kV, INCLUYE SUMINISTRO DE FERRETERIA	Cjto	1,00	1,00	1.353,33	1.353,33
70.003	SOPORTE DE ESTRUCTURA METALICA PARA TRES PARARRAYOS DE ZNO 30 kV, INCLUYE SUMINISTRO DE FERRETERIA	Cjto	1,00	1,00	1.353,33	1.353,33
70.004	BASTIDOR DE ESTRUCTURA METALICA PARA SUBIDA DE CABLE DE ENERGIA DE 240 mm <sup>2</sup> A BUSHINGS DE TRANSFORMADOR, INCLUYE SUMINISTRO DE FERRETERIA	Cjto	1,00	1,00	338,33	338,33
70.005	DUCTO DE CONCRETO PARA CABLES DE CUATRO VIAS, DE LONG. 1	u	6,00	6,00	24,17	145,00
	<b>SUB TOTAL 70.000:</b>					4.712,50
	<b>TOTAL SUMINISTRO</b>					111.666,64



**MODULOS 34,5 kV SUBESTACIONES TRUJILLO SUR Y VIRU**

UBICACIÓN :

SECCION : SS.EE. TRUJILLO SUR DE 34.5 kV - MONTAJE Y DESMONTAJE ELECTROMECHANICO

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	METRADO		PRESUPUESTO COSTO (Dolares)	
			CANTIDAD	TOTAL	UNITARIO	TOTAL
200,100	EQUIPOS MAYORES - PATIO DE LLAVES 34.5 kV					
200,101	MONTAJE DE INTERRUPTOR DE POTENCIA TRIPOLAR SF6, 36 kV, INCLUYE MONTAJE DE ACCESORIOS Y SOPORTE DE ESTRUCTURA METALICA	u	1,00	1,00	614,94	614,94
200,103	MONTAJE DE SECCIONADOR DE LINEA TRIPOLAR CON CUCHILLA DE PUESTA A TIERRA 36 kV, INCLUYE MONTAJE DE ACCESORIOS	u	1,00	1,00	596,59	596,59
200,105	MONTAJE DE TRANSFORMADOR DE TENSION UNIPOLAR INDUCTIVO 36 kV, INCLUYE MONTAJE DE ACCESORIOS	u	3,00	3,00	461,44	1.384,32
200,106	MONTAJE DE PARARRAYOS DE ZNO CON AISLAMIENTO DE PORCELANA 30 kV, CON CONTADOR DE DESCARGA	u	3,00	3,00	412,05	1.236,16
200,108	MONTAJE DE TRES CABLES UNIPOLARES FORRADOS DE 240 mm2 EN TERRENO NATURAL, INCLUYE: - TENDIDO DE TRES CABLES UNIPOLARES FORRADOS DE 240 mm2 - XLPE - 8,7/15kV, EN CONFIGURACION PLANA - SUMINISTRO Y TENDIDO DE BANDA DE SEÑALIZACIÓN - SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE LADRILLO KING-KONG - EXCAVACIÓN DE ZANJA DE 0,6 m DE ANCHO Y 1,1 m DE PROFUNDIDAD - SUMINISTRO Y RELLENO DE ZANJA 0,6 x 0,25 m CON ARENA FINA - COMPACTACIÓN, RELLENO Y NIVELACIÓN DE ZANJA 0,85 x TERRENO NATURAL PROPIO SELECCIONADO	m	107,00	107,00	20,67	2.211,33
200,109	MONTAJE DE TRES CABLES UNIPOLARES FORRADOS DE 240 mm2 EN VEREDA, INCLUYE: - TENDIDO DE TRES CABLES UNIPOLARES FORRADOS DE 240 mm2 - XLPE - 8,7/15kV, EN CONFIGURACION PLANA - SUMINISTRO Y TENDIDO DE BANDA DE SEÑALIZACIÓN - SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE LADRILLO KING-KONG - ROTURA Y RESANADO DE VEREDA DE CONCRETO DE 0,6 m DE ANCHO - EXCAVACIÓN DE ZANJA DE 0,6 m DE ANCHO Y 1,1 m DE PROFUNDIDAD - SUMINISTRO Y RELLENO DE ZANJA 0,6 x 0,25 m CON ARENA FINA - COMPACTACIÓN, RELLENO Y NIVELACIÓN DE ZANJA 0,85 x TERRENO NATURAL PROPIO SELECCIONADO - ELIMINACIÓN DE EXCEDENTES	m	7,00	7,00	40,65	284,57
200,110	MONTAJE DE TRES CABLES UNIPOLARES FORRADOS DE 240 mm2 EN CRUCE DE VEHICULOS, INCLUYE: - TENDIDO DE TRES CABLES UNIPOLARES FORRADOS DE 240 mm2 - XLPE - 8,7/15kV, EN DUCTOS DE CONCRETO - INSTALACIÓN DE DUCTOS DE CONCRETO DE 4 VIAS, CON CONCRETO POBRE EN LA PARTE INFERIOR - ROTURA Y RESANADO DE PISTA DE CONCRETO DE 0,6 m DE ANCHO - EXCAVACIÓN DE ZANJA DE 0,6 m DE ANCHO Y 1,2 m DE PROFUNDIDAD - SUMINISTRO Y RELLENO DE ZANJA 0,4 x 0,6 m CON ARENA FINA - COMPACTACIÓN, RELLENO Y NIVELACIÓN DE ZANJA 0,7 x 0,6 TERRENO NATURAL PROPIO SELECCIONADO - ELIMINACIÓN DE EXCEDENTES	m	6,00	6,00	52,03	312,17
200,111	MONTAJE DE TRES CABLES UNIPOLARES FORRADOS DE 240 mm2 - XLPE 8,7/15 kV, EN CANALETA Y DUCTOS DE CABLES	m	40,00	40,00	5,64	225,78
200,112	MONTAJE DE TRES TERMINALES TIPO EXTERIOR PARA CABLE UNIPOLAR DE 240 mm2 - XLPE 8,7/15 kV INCLUYE SUMINISTRO	kit	1,00	1,00	71,80	71,80
200,113	MONTAJE DE TRES TERMINALES TIPO INTERIOR PARA CABLE UNIPOLAR DE 240 mm2 - XLPE 8,7/15 kV INCLUYE SUMINISTRO Y MONTAJE DE ACCESORIOS	kit	1,00	1,00	71,80	71,80
200,114	MONTAJE DE PARARRAYOS DE ZNO CON AISLAMIENTO POLIMERICO 12 kV, SOBRE TRANSFORMADOR DE POTENCIA, INCLUYE SUMINISTRO Y MONTAJE DE FERRETERIA	u	3,00	3,00	125,24	375,73

<b>MODULOS 34,5 KV SUBESTACIONES TRUJILLO SUR Y VIRU</b>						
<b>UBICACIÓN :</b>						
<b>SECCION : SS.EE. TRUJILLO SUR DE 34.5 KV - MONTAJE Y DESMONTAJE ELECTROMECHANICO</b>						
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	METRADO		PRESUPUESTO COSTO (Dolares)	
			CANTIDAD	TOTAL	UNITARIO	TOTAL
200,115	MONTAJE DE TRANSFORMADOR DE POTENCIA TRIFASICO DE 5/6,5 MVA (ONAN/ONAF), 34,5 /10 KV, INCLUYE MONTAJE DE ACCESORIOS	u	1,00	1,00	4.113,84	4.113,84
200,116	MONTAJE DE SOPORTE DE ESTRUCTURA METALICA PARA SECCIONADOR DE LINEA TRIPOLAR CON CUCHILLA DE PUESTA A TIERRA 36 KV, INCLUYE MONTAJE DE FERRETERIA	Cjto	1,00	1,00	140,17	140,17
200,117	MONTAJE DE SOPORTE DE ESTRUCTURA METALICA PARA TRES TRANSFORMADORES DE TENSION UNIPOLAR INDUCTIVO 36 KV, INCLUYE MONTAJE DE FERRETERIA.	Cjto	1,00	1,00	140,17	140,17
200,118	MONTAJE DE SOPORTE DE ESTRUCTURA METALICA PARA TRES PARARRAYOS DE ZNO 30 KV, INCLUYE MONTAJE DE FERRETERIA	Cjto	1,00	1,00	140,17	140,17
200,119	MONTAJE DE BASTIDOR DE ESTRUCTURA METALICA PARA SUBIDA DE CABLE DE ENERGIA DE 240 mm2 A BUSHINGS DE TRANSFORMADOR, INCLUYE MONTAJE DE FERRETERIA	Cjto	1,00	1,00	101,41	101,41
<b>SUB TOTAL 200.100:</b>						<b>12.020,5</b>
<b>200,200 TABLEROS Y EQUIPOS - SALA DE CONTROL</b>						
200,201	MONTAJE DE TABLERO DE CONTROL, PROTECCION Y MEDICION PARA NUEVO MÓDULO DE TRANSFORMACION-SALIDA S.E. VIRU I, INCLUYE SUMINISTRO DE FERRETERIA	u	1,00	1,00	420,83	420,83
200,203	MONTAJE Y CONEXIONADO COMPLETO DE RELÉ DE PROTECCIÓN PRINCIPAL MULTIFUNCIÓN EN TABLERO EXISTENTE DE LA S.E. TRUJILLO SUR, INCLUYE SUMINISTRO DE FERRETERIA MENOR	u	1,00	1,00	527,45	527,45
200,204	MONTAJE Y CONEXIONADO COMPLETO DE MEDIDOR DE ENERGIA ELECTRONICO EN TABLERO EXISTENTE DE LA S E TRUJILLO SUR, INCLUYE SUMINISTRO DE FERRETERIA MENOR	u	1,00	1,00	402,43	402,43
200,205	MONTAJE DE CELDA DE SALIDA DE 10 KV PARA NUEVO MÓDULO DE TRANSFORMACION-SALIDA S.E. VIRU I, INCLUYE SUMINISTRO DE FERRETERIA MENOR	u	1,00	1,00	1.088,93	1.088,93
200,206	MONTAJE Y CONEXIONADO COMPLETO DE MEDIDOR DE CORRIENTE EXISTENTE TIPO CUADRO EN TABLERO EXISTENTE DE LA S.E. TRUJILLO SUR, INCLUYE SUMINISTRO DE FERRETERIA MENOR	u	3,00	3,00	130,61	391,83
200,207	MONTAJE Y SUMINISTRO DE CONMUTADOR DISCREPANTE EN PANEL DE CONTROL EXISTENTE DE LA S.E. TRUJILLO SUR, INCLUYE SUMINISTRO DE FERRETERIA MENOR	u	1,00	1,00	485,31	485,31
<b>SUB TOTAL 200.200:</b>						<b>3.316,77</b>
<b>200,300 SISTEMA DE BARRAS FLEXIBLES</b>						
200,301	INSTALACIÓN DE CADENAS DE AISLADORES TIPO ANCLAJE CON ACCESORIOS, INCLUYE ENSAMBLE.	Cjto	3,00	3,00	40,33	120,98
200,302	TENDIDO Y FLECHADO DE CONDUCTOR DE ALUMINIO AAAC 200 mm2, INCLUYE INSTALACIÓN DE CONECTORES.	m	60,00	60,00	5,95	356,83
200,303	MONTAJE DE PORTICO DE CONCRETO ARMADO, INCLUYE: - IZAJE DE 04 POSTES DE C.A.C. 10/400 - INSTALACIÓN DE 04 ANILLOS DE REFUERZO DE C.A. - INSTALACIÓN DE TRAVEZAÑO DE C.A. DE 5 m	Cjto	1,00	1,00	780,27	780,27
<b>SUB TOTAL 200.300 :</b>						<b>1.258,08</b>
<b>200,400 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA</b>						
200,401	TENDIDO DE CONDUCTOR PARA MALLA DE TIERRA - TENDIDO DE CABLE DE CU DESNUDO 70 mm2 - SUMINISTRO Y MONTAJE DE SOLDADURA CADWELD - EXCAVACIÓN DE ZANJA DE 0,5 m DE ANCHO Y 1,0 m DE - COMPACTACIÓN, RELLENO Y NIVELACIÓN DE ZANJA 0,5x1,0 TERRENO NATURAL DE PRESTAMO	m	195,00	195,00	22,64	4.415,67
200,402	EXCAVACIÓN DE 1,0x1,0x2,7 m, E INSTALACIÓN DE VARILLA PARA POZO DE TIERRA, INCLUYE RELLENO CON MATERIAL DE PRESTAMO, COMPACTACIÓN, NIVELACIÓN Y ELIMINACIÓN DE EXCEDENTES.	u	10,00	10,00	170,41	1.704,06



<b>MODULOS 34,5 KV SUBESTACIONES TRUJILLO SUR Y VIRU</b>						
<b>UBICACIÓN :</b>						
<b>SECCION : SS.EE. TRUJILLO SUR DE 34.5 KV . MONTAJE Y DESMONTAJE ELECTROMECHANICO</b>						
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	METRADO		PRESUPUESTO COSTO (Dolares)	
			CANTIDAD	TOTAL	UNITARIO	TOTAL
200,403	INSTALACION DE CABLE DE CU DESNUDO 70 mm <sup>2</sup> - RED DE TIERRA SUPERFICIAL, INCLUYE INSTALACIÓN DE CONECTORES Y TERMINALES DE PUESTA A TIERRA	m	159,00	159,00	3,53	561,80
SUB TOTAL 200.400:						6.681,52
200,500	<b>SISTEMA DE ALUMBRADO</b>					
200,501	INSTALACIÓN DE PASTORAL DE FºGº Y LUMINARIA EN POSTE DE CONCRETO, INCLUYE SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE LOS ACCESORIOS	u	2,00	2,00	28,27	56,53
200,502	INSTALACIÓN DE REFLECTOR EN POSTE DE CONCRETO, INCLUYE SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE LOS ACCESORIOS	u	1,00	1,00	26,46	26,46
200,503	INSTALACIÓN Y CONEXIONADO DE CONDUCTOR NY Y - 1-3x8 mm <sup>2</sup> - 0.6/1 kv, EN DUCTOS Y TUBERIAS	m	230,00	230,00	3,65	840,14
200,504	MONTAJE DE POSTE DE C.A.C. 8/200, QUE COMPRENDE DE IZAJE, LIMPIEZA, SOLADO, COMPACTACIÓN Y CIMENTACIÓN	u	1,00	1,00	187,92	187,92
SUB TOTAL 200.500:						1.111,06
200,600	<b>CABLES DE CONTROL</b>					
200,601	INSTALACIÓN Y CONEXIONADO DE CABLES DE CONTROL 1000 V, 4x4 mm <sup>2</sup> , EN DUCTOS, TUBERIAS Y CANALETAS	m	1.250,00	1.250,00	2,07	2.586,81
200,602	INSTALACIÓN Y CONEXIONADO DE CABLES DE CONTROL 1000 V, 7x1.5 mm <sup>2</sup> , EN DUCTOS, TUBERIAS Y CANALETAS	m	370,00	370,00	2,56	945,56
200,603	INSTALACIÓN Y CONEXIONADO DE CABLES DE CONTROL 1000 V, 12x1.5 mm <sup>2</sup> , EN DUCTOS, TUBERIAS Y CANALETAS	m	570,00	570,00	2,73	1.558,00
200,604	INSTALACION DE CAJA DE PASO EN PARED DE BUZON CABLES, INCLUYE SUMINISTRO DE ACCESORIOS DE FIJACIÓN Y SELLADO	u	1,00	1,00	50,46	50,46
SUB TOTAL 200.600:						5.140,82
200,700	<b>PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO</b>					
200,701	PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO DE LA NUEVA SE VIRU I	Glb	1,00	1,00	10.031,07	10.031,07
SUB TOTAL 200.700:						10.031,07
200,800	<b>TABLEROS Y EQUIPOS-SALA DE CONTROL</b>					
200,801	DESMONTAJE DE TABLERO DE MEDICION Y CONTROL, INSTALADO EN LA SALA DE CONTROL DE SET TRUJILLO SUR	u	1,00	1,00	428,77	428,77
200,802	DESMONTAJE DE CELDA DE SALIDA 10 kv, INSTALADO EN LA SALA DE CONTROL DE SET TRUJILLO SUR	u	1,00	1,00	428,77	428,77
SUB TOTAL 200.800:						857,54
<b>TOTAL MONTAJE Y DESMONTAJE</b>						<b>40.417,81</b>
<b>RESUMEN GENERAL</b>						
1.0 Suministro de Materiales						111.666,64
2.0 Transporte						3.350,00
3.0 Montaje y Desmontaje Electromecánico						40.417,81
4.0 Gastos Generales Directos						18.652,13
5.0 Gastos Generales Indirectos						12.434,76
6.0 Utilidades						7.771,72
<b>TOTAL GENERAL</b>						<b>194.293,07</b>

**MODULOS 34,5 KV SUBESTACIONES TRUJILLO SUR Y VIRU**

UBICACIÓN :

SECCION : SS.EE. TRUJILLO SUR DE 34,5 KV . OBRAS CIVILES

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	METRADO		PRESUPUESTO COSTO (Dolares)	
			CANTIDAD	TOTAL	UNITARIO	TOTAL
300.100	OBRAS PRELIMINARES					
300.101	TRASLADO DE EQUIPOS, MATERIALES Y HERRAMIENTAS	Gbal	1,00	1,00	2.642,33	2.642,33
300.103	TRAZO Y REPLANTEO	m <sup>2</sup>	171,00	171,00	10,81	1.848,70
	<b>SUB TOTAL 300.100:</b>					<b>4.491,03</b>
300.200	MOVIMIENTO DE TIERRAS					
300.201	EXCAVACION DE ZANJAS	m <sup>3</sup>	61,41	61,41	6,76	415,03
300.202	EXCAVACION DE ZANJAS PARA TUBERIA	m <sup>3</sup>	16,16	16,16	6,76	109,21
300.203	COMPACTADO DE FONDO DE CIMENTACION	m <sup>2</sup>	45,73	45,73	1,41	64,40
300.204	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO POR CAPAS DE 15 cm	m <sup>3</sup>	32,33	32,33	7,40	239,33
300.205	ELIMINACION DE DESMONTAJE FUERA DE LA SET	m <sup>2</sup>	67,83	67,83	7,24	491,01
300.206	COLOCACION DE CAPAS DE GRAVILLA ZARANDEADA DE e= 10cm	m <sup>2</sup>	171,00	171,00	6,10	1.043,10
	<b>SUB TOTAL 300.200:</b>					<b>2.362,04</b>
300.300	OBRAS DE CONCRETO					
300.310	SOLADO DE CONCRETO SIMPLE					
300.311	SOLADO DE CONCRETO SIMPLE PROPORCION 1:10 de e= 0.10 m	m <sup>2</sup>	45,73	45,73	8,10	370,41
300.320	ZAPATA DE CONCRETO ARMADO					
300.321	CONCRETO f <sub>c</sub> = 210 kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	13,31	13,31	88,48	1.177,60
300.322	ACERO DE REFUERZO f <sub>y</sub> = 4.200 kg/cm <sup>2</sup>	kg	773,59	773,59	1,11	859,54
300.330	PEDESTAL DE CONCRETO ARMADO					
300.331	CONCRETO f <sub>c</sub> = 210 kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	1,104	1,104	88,48	976,76
300.332	ACERO DE REFUERZO f <sub>y</sub> = 4.200 kg/cm <sup>2</sup>	kg	722,80	722,80	1,11	803,11
300.333	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE MADERA TIPO CARAVISTA	m <sup>2</sup>	75,26	75,26	13,49	1.015,17
300.340	BUZONES DE CONCRETO ARMADO					
300.341	CONCRETO f <sub>c</sub> = 210 kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	3,70	3,70	88,48	327,36
300.342	ACERO DE REFUERZO f <sub>y</sub> = 4.200 kg/cm <sup>2</sup>	kg	134,42	134,42	1,11	149,36
300.343	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE MADERA TIPO CARAVISTA	m <sup>2</sup>	27,96	27,96	13,49	377,15
300.370	BASES DE PORTICOS DE CONCRETO					
300.371	CONCRETO CICLOPEO 1:8 + 30 % PM	m <sup>3</sup>	4,50	4,50	60,79	273,54
300.372	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE MADERA TIPO CARAVISTA	kg	1,68	1,68	13,49	22,66
300.380	POZA Y CARRILES DE TRANSFORMADOR DE POTENCIA					
300.381	CONCRETO f <sub>c</sub> = 210 kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	8,68	8,68	88,48	767,96
300.382	ACERO DE REFUERZO f <sub>y</sub> = 4.200 kg/cm <sup>2</sup>	kg	536,88	536,88	1,11	596,53
300.383	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE MADERA TIPO CARAVISTA	m <sup>2</sup>	60,98	60,98	13,49	822,55
300.390	CONCRETO EN CERCO METALICO					
300.391	CONCRETO f <sub>c</sub> = 210 kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	1,54	1,54	60,79	93,61
300.392	ACERO DE REFUERZO f <sub>y</sub> = 4.200 kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	116,22	116,22	1,11	129,00
300.393	ENCOFRADO DE MADERA CARAVISTA DE SARDINEL	m <sup>2</sup>	20,50	20,50	13,49	276,52
300.394	CIMIENTO DE CONCRETO CICLOPEO 1:8 + 30% PM	kg	8,10	8,10	60,79	492,37
	<b>SUB TOTAL 300.300:</b>					<b>9.581,57</b>
300.400	VARIOS					
300.401	SUMINISTRO Y COLOCACION DE PERNOS DE ANCLAJE DE P g <sup>o</sup> SAE- 1045 Ø 1" x 4"	u	36,00	36,00	13,36	481,00
300.402	TUBERIA PVC SAP Ø 4" PARA CABLE DE CONTROL	ml	21,00	21,00	6,51	136,79
300.403	TUBERIA PVC SAP Ø 2" PARA CABLE DE CONTROL	ml	43,00	43,00	4,61	198,40
300.404	TUBERIA PVC SAP Ø 1" PARA CABLE DE ILUMINACION	ml	10,00	10,00	2,25	22,47
300.405	INSERTOS METALICOS PARA FIJACION DE RIEL CRANE, SEGUN DISEÑO.	u	18,00	18,00	10,44	187,95
300.406	RIEL CRANE DE 60 lb / yd	ml	15,20	15,20	10,78	163,91
300.407	CERCO METALICO COMPUESTO DE TUBOS DE FIERRO GALVANIZADO PESADO Ø 2" TIPO CEDULA, PINTADO CON PINTURA BASE TIPO IPONLAC PRIMER (2 mils) Y ACABADO CON PINTURA TIPO MACROPOXY HS (8 mils) CON MALLA DE ALAMBRE N° 8 CON CUBIERTA PLASTIFICADA DE 2" DE COCADA, TEMPLADA CON ALAMBRE DE Ø 1/4 INCLUYE REFUERZO TRANSVERSAL.	ml	41,00	41,00	209,04	8.570,48
300.408	PUERTA METALICA DE UNA HOJA DE 2,00 m DE ANCHO, CON MALLA DE ALAMBRE N° 8 CON CUBIERTA DE PLASTICO CON DE TUBO DE FIERRO GALVANIZADO PESADO Ø 2" Y 1 1/2" TIPO CEDULA, SOLADO Y PINTADO CON PINTURA BASE TIPO IPONLAC PRIMER (2 mils) Y ACABADO CON PINTURA TIPO MACROPOXY HS (8 mils), INCLUYE REFUERZO DE PARANTES, BISABRAS TIPO BOINA, CERROJO Y PICAPORTE DE ACERO, CON REFUERZO TRANSVERSAL.	u	1,00	1,00	489,26	489,26
300.409	SUMINISTRO Y MONTAJE DE PUERTA METALICA DE DOS HOJAS DE 4,00 m. DE ANCHO TOTAL, CON MALLA DE ALAMBRE N° 8 CON CUBIERTA DE PLASTICO CON DE TUBO DE FIERRO GALVANIZADO PESADO Ø 2" Y 1 1/2" TIPO CEDULA, SOLADO Y PINTADO CON PINTURA BASE TIPO IPONLAC PRIMER (2 mils) Y ACABADO CON PINTURA TIPO MACROPOXY HS (8 mils) INCLUYE REFUERZO DE PARANTE, BISABRAS TIPO BOINA, CERROJO Y PICAPORTE DE ACERO, CON REFUERZO TRANSVERSAL EN AMBAS HOJAS, SEGUN DISEÑO	u	1,00	1,00	1.154,75	1.154,75
	<b>SUB TOTAL 300.400:</b>					<b>11.104,91</b>
	<b>TOTAL OBRAS CIVILES</b>					<b>27.841,60</b>
	<b>RESUMEN GENERAL</b>					
	1.0 Obras Civiles					27.841,60
	2.0 Gastos Generales Directos					3.340,99
	3.0 Gastos Generales Indirectos					2.227,33
	4.0 Utilidades					1.392,08
	<b>TOTAL GENERAL</b>					<b>34.802,01</b>



**MODULOS 34,5 kV SUBESTACIONES TRUJILLO SUR Y VIRU**

UBICACIÓN :

SECCION : SS.EE. VIRU DE 34.5 KV -SUMINISTRO MAYOR Y MENOR

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	METRADO		PRESUPUESTO COSTO (Dolares)		
			CANTIDAD	TOTAL	UNITARIO	TOTAL	
10,000	<b>PATIO DE LLAVES 34.5 kV</b>						
10,001	INTERRUPTOR DE POTENCIA TRIPOLAR SF6, 36 kV, 200 kVp (BIL), 630 A, 25 kA, PARA INSTALACIÓN A INTEMPERIE, CON MANDO MECÁNICO POR RESORTES, INCLUYE SOPORTE DE ESTRUCTURA METALICA	u	1,00	1,00	13.823,33	13.823,33	
10,002	SECCIONADOR DE BARRA TRIPOLAR 36 kV, 200 kVp (BIL), 400 A, 20 kA DE DOBLE APERTURA Y MONTAJE HORIZONTAL, PARA INSTALACIÓN A INTEMPERIE, CON MANDO MOTORIZADO	u	1,00	1,00	5.220,00	5.220,00	
10,003	SECCIONADOR DE LINEA TRIPOLAR CON CUCHILLA DE PUESTA A TIERRA 36 kV, 200 kVp (BIL), 400 A, 20 kA DE DOBLE APERTURA Y MONTAJE HORIZONTAL, PARA INSTALACIÓN A INTEMPERIE, CON MANDO MOTORIZADO	u	1,00	1,00	9.086,67	9.086,67	
10,004	TRANSFORMADOR DE CORRIENTE UNIPOLAR 36 kV, 200 kVp (BIL), 50-100/5/5 A, 30 VA - CL. 0,2S Y 2 x 30 VA - 5P20, PARA INSTALACIÓN A INTEMPERIE	u	3,00	3,00	2.658,33	7.975,00	
10,005	TRANSFORMADOR DE TENSION UNIPOLAR INDUCTIVO 34,5:V3 / 0,11:V3 / 0,11:V3 kV, 200 kVp (BIL), 30 VA - CL. 0,2 Y 30VA - 3P, PARA INSTALACIÓN A INTEMPERIE	u	3,00	3,00	1.063,33	3.190,00	
10,006	PARARRAYOS DE ZNO C Aislamiento de Porcelana 30 kV, 10 kA y Clase 3, con contador de descarga, para instalación a intemperie	u	3,00	3,00	918,33	2.755,00	
10,007	AISLADOR PORTABARRA TIPO COLUMNA CON AISLAMIENTO DE PORCELANA 36 kV, PARA INSTALACIÓN A INTEMPERIE	u	1,00	1,00	145,00	145,00	
	<b>SUB TOTAL 10.000:</b>						42.195,00
20,000	<b>SALA DE CONTROL</b>						
20,003	TABLERO DE CONTROL, PROTECCIÓN Y MEDICIÓN PARA MÓDULO DE SALIDA, CONFORMADO POR: -01 ESQUEMATIZACIÓN -01 PANEL DE ALARMA VISUAL Y SONORO -01 RELÉ DE PROTECCIÓN PRINCIPAL MULTIFUNCIÓN CON LAS FUNCIONES: 50/51, 50N/51N, 67/67N, 27/59, 46, 81, LF, RF y RE -01 RELÉ DE PROTECCION DE RESPALDO MULTIFUNCIÓN CON 50/51 y 50N/51N -01 EQUIPO INDICADOR MULTIFUNCIÓN, DE LOS SIGUIENTES kW, kVAR, kVA, COS Ø, A, V y Hz -01 MEDIDOR DE ENERGÍA ELECTRÓNICO DE LOS SIGUIENTES kW-MAX, kW-h, kVAR-h, kW, kVAR, kVA, COS Ø, A, V y Hz	u	1,00	1,00	30.305,97	30.305,97	
	<b>SUB TOTAL 20.000:</b>						30.305,97
30,000	<b>SISTEMA DE BARRAS FLEXIBLES</b>						
30,100	<b>CADENA DE AISLADORES TIPO ANCLAJE</b>						
30,101	AISLADOR TIPO ANTINIEBLA DE PORCELANA VIDRIADA CON ANODO DE SACRIFICIO, 432 mm LONG. DE FUGA	u	12,00	12,00	19,33	232,00	
30,102	GRAPA DE ANCLAJE TIPO PISTOLA AL-AL 4 PERNOS PARA CONDUCTOR DE 200 mm2 AAAC, >25000 LB	u	3,00	3,00	50,27	150,80	
30,103	ADAPTADOR HORQUILLABOLA A*G* >25000 LB	u	3,00	3,00	6,57	19,72	
30,104	ADAPTADOR CASQUILLO-OJO LARGO A*G* >25000 LB	u	3,00	3,00	6,28	18,85	
30,105	PERNO OJO 3/4" Ø x 12" A*G* >25000 LB CON TUERCA, ARANDELA Y CONTRATUERCA	u	3,00	3,00	2,51	7,54	
30,200	<b>CONDUCTORES</b>						
30,201	CONDUCTOR DE ALEACIÓN DE ALUMINIO (AAAC 6201 T-81) ENGRASADO DE 200 mm2 (394,5 MCM) - 37 HILOS	m	102,00	102,00	5,80	591,60	
30,300	<b>CONECTORES</b>						
30,301	CONECTOR DE VIAS PARALELAS AL-AL 3 PERNOS PARA CONDUCTOR 200 mm2 AAAC	u	9,00	9,00	24,17	217,50	
30,302	CONECTOR RECTO CABLE - PLETINA AL-AL 2 PERNOS PARA CONDUCTOR 200 mm2 AAAC	u	27,00	27,00	51,23	1.383,30	
30,303	CONECTOR DERIVACIÓN EN T CABLE - PLETINA AL-AL 4 PERNOS PARA CONDUCTOR 200 mm2 AAAC	u	3,00	3,00	51,23	153,70	



**MODULOS 34,5 KV SUBESTACIONES TRUJILLO SUR Y VIRU**

UBICACIÓN :

SECCION : SS.EE. VIRU DE 34,5 KV -SUMINISTRO MAYOR Y MENOR

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	METRADO		PRESUPUESTO COSTO (Dolares)	
			CANTIDAD	TOTAL	UNITARIO	TOTAL
30,400	PORTICO DE BARRAS					
30,401	PORTICO DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTO POR:	Cjto	1,00	1,00	1,160,00	1,160,00
	- 04 POSTES DE C.A.C. 10/400					
	- 04 ANILLOS DE REFUERZO DE C.A.					
	- 01 TRAVEZANO DE C.A. DE 5 m					
	SUB TOTAL 30,000:					3,935,01
40,000	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA					
40,001	CABLE DE COBRE DESNUDO TEMPLE BLANDO DE 70 mm <sup>2</sup>	m	205,00	205,00	2,22	454,42
40,002	VARILLA COPPERWELD 16mm Ø (5/8" Ø) x 2,40 m	u	7,00	7,00	7,25	50,75
40,003	CONECTOR DE BRONCE PARA VARILLA DE 16 mm Ø Y CABLE DE CU 70 mm <sup>2</sup>	u	7,00	7,00	0,82	5,76
40,004	CONECTOR DE BRONCE CABLE-BARRA, PARA CABLE DE CU 70 mm <sup>2</sup> , CON BASE DE FIJACION A BARRA, Y PERNO DE 3/8" Ø	u	45,00	45,00	3,67	165,25
40,005	TERMINAL DE COMPRESION CABLE-BARRA, PARA CABLE DE CU 70 mm <sup>2</sup> , CON UN AGUJERO	u	27,00	27,00	1,16	31,35
40,006	REJILLA EQUIPOTENCIAL DE 0,6 x 0,6 m DE F°G°	u	2,00	2,00	58,00	116,00
40,007	PLANCHA DOBLADA DE COBRE TIPO "J" DE 13/16" Ø	u	3,00	3,00	4,83	14,50
	SUB TOTAL 40,000:					838,02
50,000	SISTEMA DE ALUMBRADO PUBLICO					
50,001	LUMINARIA CON EQUIPO Y LAMPARA DE VAPOR DE SODIO DE	u	1,00	1,00	49,30	49,30
50,002	REFLECTOR CON EQUIPO Y LAMPARA DE VAPOR DE SODIO DE	u	1,00	1,00	91,81	91,81
50,003	PASTORAL DE F°G°, 38 mm DE DIAMETRO	u	1,00	1,00	12,57	12,57
50,004	CABLES DE FUERZA NY Y - 1-3x6 mm <sup>2</sup> - 0.6/1 kV	m	80,00	80,00	1,48	118,22
	SUB TOTAL 50,000:					271,89
60,000	CABLES DE CONTROL CON AISLAMIENTO PVC, MULTIPOLAR					
60,001	CABLES DE CONTROL 1000V, 4x4 mm <sup>2</sup>	m	375,00	375,00	1,64	616,67
60,002	CABLES DE CONTROL 1000V, 7x1.5 mm <sup>2</sup>	m	45,00	45,00	1,38	62,25
60,003	CABLES DE CONTROL 1000V, 12x1.5 mm <sup>2</sup>	m	170,00	170,00	2,03	345,19
60,004	CAJA DE PASO DE FIBRA DE VIDRIO, CON BLOQUE DE 24 A PARED	u	1,00	1,00	77,33	77,33
	SUB TOTAL 100,600:					1,101,44
	TOTAL SUMINISTRO					78.647,34

**MODULOS 34,5 kV SUBESTACIONES TRUJILLO SUR Y VIRU**

UBICACIÓN :

SECCION : SS.EE. VIRU DE 34.5 kV -MONTAJE Y DESMONTAJE ELECTROMECHANICO

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	METRADO		PRESUPUESTO COSTO (Dolares)	
			CANTIDAD	TOTAL	UNITARIO	TOTAL
200,100	EQUIPOS MAYORES - PATIO DE LLAVES 34,5 kV					
200,101	MONTAJE DE INTERRUPTOR DE POTENCIA TRIPOLAR SF6, 36 kV, INCLUYE MONTAJE DE ACCESORIOS	u	1,00	1,00	614,94	614,94
200,102	MONTAJE DE SECCIONADOR DE BARRA TRIPOLAR 36 kV, INCLUYE MONTAJE DE ACCESORIOS	u	1,00	1,00	596,59	596,59
200,103	MONTAJE DE SECCIONADOR DE LINEA TRIPOLAR CON CUCHILLA DE PUESTA A TIERRA 36 kV, INCLUYE MONTAJE DE ACCESORIOS	u	1,00	1,00	585,92	585,92
200,104	MONTAJE DE TRANSFORMADOR DE CORRIENTE UNIPOLAR 36 kV, INCLUYE MONTAJE DE ACCESORIOS	u	3,00	3,00	461,44	1.384,32
200,105	MONTAJE DE TRANSFORMADOR DE TENSION UNIPOLAR INDUCTIVO 36 kV, INCLUYE MONTAJE DE ACCESORIOS	u	3,00	3,00	461,44	1.384,32
200,106	MONTAJE DE PARARRAYOS DE ZNO CON AISLAMIENTO DE PORCELANA 30 kV, CON CONTADOR DE DESCARGA, INCLUYE MONTAJE DE ACCESORIOS	u	3,00	3,00	412,05	1.236,16
200,107	MONTAJE DE AISLADOR PORTABARRA TIPO COLUMNA CON AISLAMIENTO DE PORCELANA 36 kV, INCLUYE MONTAJE DE ACCESORIOS	u	1,00	1,00	179,64	179,64
	SUB TOTAL 200,100:					5.981,88
200,200	TABLEROS Y EQUIPOS - SALA DE CONTROL					
200,202	MONTAJE DE TABLERO DE CONTROL, PROTECCIÓN Y MEDICIÓN PARA NUEVO MÓDULO DE LLEGADA S.E. VIRU, INCLUYE SUMINISTRO DE FERRETERIA MENOR	u	1,00	1,00	420,83	420,83
	SUB TOTAL 200,200:					420,83
200,300	SISTEMA DE BARRAS FLEXIBLES					
200,301	INSTALACIÓN DE CADENAS DE AISLADORES TIPO ANCLAJE CON ACCESORIOS, INCLUYE ENSAMBLE	Cjto	3,00	3,00	40,33	120,98
200,302	TENDIDO Y FLECHADO DE CONDUCTOR DE ALUMINIO AAAC 200 mm <sup>2</sup> , INCLUYE INSTALACIÓN DE CONECTORES	m	102,00	102,00	5,95	606,62
200,303	MONTAJE DE PORTICU DE CONCRETO ARMADO, INCLUYE: - IZAJE DE 04 POSTES DE C.A.C. 10/400 - INSTALACIÓN DE 04 ANILLOS DE REFUERZO DE C.A. - INSTALACIÓN DE TRAVEZAÑO DE C.A. DE 5 m	Cjto	1,00	1,00	780,27	780,27
	SUB TOTAL 200,300:					1.507,87
200,400	SISTEMA DE PUESTAS A TIERRA					
200,401	TENDIDO DE CONDUCTOR PARA MALLA DE TIERRA - TENDIDO DE CABLE DE CU DESNUDO 70 mm <sup>2</sup> - SUMINISTRO Y MONTAJE DE SOLDADURA CADWELD - EXCAVACIÓN DE ZANJA DE 0,5 m DE ANCHO Y 1,0 m DE - COMPACTACIÓN, RELLENO Y NIVELACIÓN DE ZANJA 0,5x1,0 m CON TERRENO NATURAL DE PRÉSTAMO. - ELIMINACIÓN DE EXCEDENTES	m	50,00	50,00	22,64	1.132,22
200,402	EXCAVACIÓN DE 1,0x1,0x2,7 m, E INSTALACIÓN DE VARILLA PARA POZO DE TIERRA, INCLUYE RELLENO CON MATERIAL DE PRÉSTAMO, COMPACTACIÓN, NIVELACIÓN Y ELIMINACIÓN DE EXCEDENTES.	u	7,00	7,00	170,41	1.192,84
200,403	INSTALACIÓN DE CABLE DE CU DESNUDO 70 mm <sup>2</sup> - RED DE TIERRA SUPERFICIAL, INCLUYE INSTALACIÓN DE CONECTORES Y TERMINALES DE PUESTA A TIERRA	m	23,00	23,00	3,53	81,27
200,404	CONEXIONADO DE CONDUCTOR DE TIERRA SUPERFICIAL A - SUMINISTRO Y MONTAJE DE SOLDADURA CADWELD - EXCAVACIÓN DE ZANJA DE 0,5 m DE ANCHO Y 1,0 m DE - INSTALACIÓN DE CONECTORES Y TERMINALES - COMPACTACIÓN, RELLENO Y NIVELACIÓN DE ZANJA 0,5 x 1 m - ELIMINACIÓN DE EXCEDENTES	m	132,00	132,00	20,19	2.665,67
	SUB TOTAL 200,400:					5.071,99



<b>MODULOS 34,5 KV SUBESTACIONES TRUJILLO SUR Y VIRU</b>							
UBICACIÓN :							
SECCION : SS.EE. VIRU DE 34.5 KV -MONTAJE Y DESMONTAJE ELECTROMECHANICO							
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	METRADO		PRESUPUESTO COSTO (Dolares)		
			CANTIDAD	TOTAL	UNITARIO	TOTAL	
200,500	<b>SISTEMA DE ALUMBRADO</b>						
200,501	INSTALACIÓN DE PASTORAL DE F°G° Y LUMINARIA EN POSTE DE CONCRETO, INCLUYE SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE LOS ACCESORIOS	u	1,00	1,00	28,27	28,27	
200,502	INSTALACIÓN DE REFLECTOR EN POSTE DE CONCRETO, INCLUYE SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE LOS ACCESORIOS	u	1,00	1,00	26,46	26,46	
200,503	INSTALACION Y CONEXIONADO DE CONDUCTOR NYY - 1-3x6 mm2 - 0.6/1 kV, EN DUCTOS Y TUBERIAS	m	80,00	80,00	3,65	292,22	
	<b>SUB TOTAL 200.500:</b>					346,95	
200,600	<b>CABLES DE CONTROL</b>						
200,601	INSTALACIÓN Y CONEXIONADO DE CABLES DE CONTROL 1000 V, 4x4 mm2, EN DUCTOS, TUBERIAS Y CANALETAS	m	375,00	375,00	2,07	776,04	
200,602	INSTALACIÓN Y CONEXIONADO DE CABLES DE CONTROL 1000 V, 7x1.5 mm2, EN DUCTOS, TUBERIAS Y CANALETAS	m	45,00	45,00	2,56	115,00	
200,603	INSTALACION Y CONEXIONADO DE CABLES DE CONTROL 1000 V, 12x1.5 mm2, EN DUCTOS, TUBERIAS Y CANALETAS	m	170,00	170,00	2,73	464,67	
200,604	INSTALACION DE CAJA DE PASO EN PARED DE BUZÓN SUMINISTRO DE ACCESORIOS DE FIJACIÓN Y SELLADO	u	1,00	1,00	50,46	50,46	
	<b>SUB TOTAL 200.600:</b>					1.406,17	
200,700	<b>PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO</b>						
200,702	PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO DE AMPLIACIÓN DE LA S E. VIRU	Gib	1,00	1,00	7.303,08	7.303,08	
	<b>SUB TOTAL 200.700:</b>					7.303,08	
200,800	<b>TABLEROS Y EQUIPOS - SALA DE CONTROL</b>						
200,803	DESMONTAJE DE CELDA DE COMUNICACIONES (CARRIER), INSTALADO EN LA SALA DE CONTROL DE LA SE CHAVIMOCHIC	u	1,00	1,00	583,79	583,79	
	<b>SUB TOTAL 200.800:</b>					583,79	
	<b>TOTAL MONTAJE Y DESMONTAJE</b>					22.622,57	
	<b>RESUMEN GENERAL</b>						
	1.0 Suministro de Materiales					78.647,34	
	2.0 Transporte					2.359,42	
	3.0 Montaje y Desmontaje Electromecánico					22.622,57	
	4.0 Gastos Generales Directos					12.435,52	
	5.0 Gastos Generales Indirectos					8.290,35	
	6.0 Utilidades					5.181,47	
	<b>TOTAL GENERAL</b>					129.536,66	

**MODULOS 34,5 KV SUBESTACIONES TRUJILLO SUR Y VIRU**

UBICACIÓN :

SECCION : SS.EE. VIRU DE 34.5 KV -OBRAS CIVILES

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	METRADO		PRESUPUESTO COSTO (Dolares)	
			CANTIDAD	TOTAL	UNITARIO	TOTAL
300,100	OBRAS PRELIMINARES					
300,102	TRASLADO DE EQUIPOS, MATERIALES Y HERRAMIENTAS	Gbal	1,00	1,00	2.642,33	2.642,33
300,103	TRAZO Y REPLANTEO	m <sup>2</sup>	60,00	60,00	10,81	648,67
	<b>SUB TOTAL 300,100:</b>					<b>3.291,00</b>
300,200	MOVIMIENTO DE TIERRAS					
300,201	EXCAVACION DE ZANJAS	m <sup>3</sup>	22,98	22,98	6,76	155,31
300,202	EXCAVACION DE ZANJAS PARA TUBERIA	m <sup>3</sup>	4,40	4,40	6,76	29,74
300,203	COMPACTADO DE FONDO DE CIMENTACION	m <sup>2</sup>	27,31	27,31	1,41	38,46
300,204	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO POR CAPAS DE 15 cm	m <sup>3</sup>	11,06	11,06	7,40	81,87
300,205	ELIMINACIÓN DE DESMONTAJE FUERA DE LA SET	m <sup>3</sup>	24,55	24,55	7,24	177,71
300,206	COLOCACION DE CAPAS DE GRAVILLA ZARANDEADA DE e= 10 cm	m <sup>2</sup>	60,00	60,00	6,10	366,00
	<b>SUB TOTAL 300,200:</b>					<b>849,09</b>
300,300	OBRAS DE CONCRETO					
300,310	SOLADO DE CONCRETO SIMPLE					
300,311	SOLADO DE CONCRETO SIMPLE PROPORCION 1:10 de e= 0.10 m	m <sup>2</sup>	27,31	27,31	8,10	221,21
300,320	ZAPATA DE CONCRETO ARMADO					
300,321	CONCRETO f <sub>c</sub> = 210 kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	7,74	7,74	88,48	684,80
300,322	ACERO DE REFUERZO f <sub>y</sub> = 4.200 kg/cm <sup>2</sup>	kg	512,72	512,72	1,11	569,69
300,330	PEDESTAL DE CONCRETO ARMADO					
300,331	CONCRETO f <sub>c</sub> = 210 kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	1,88	1,88	88,48	166,33
300,332	ACERO DE REFUERZO f <sub>y</sub> = 4.200 kg/cm <sup>2</sup>	kg	240,82	240,82	1,11	267,58
300,333	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE MADERA TIPO CARAVISTA	m <sup>2</sup>	13,92	13,92	13,49	187,77
300,350	COLUMNAS Y VIGAS DE CONCRETO ARMADO					
300,351	CONCRETO f <sub>c</sub> = 210 kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	3,78	3,78	88,48	334,44
300,352	ACERO DE REFUERZO f <sub>y</sub> = 4.200 kg/cm <sup>2</sup>	kg	780,42	780,42	1,11	867,13
300,353	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE MADERA TIPO CARAVISTA	m <sup>2</sup>	44,67	44,67	13,49	602,55
300,360	CANALETAS DE CONCRETO ARMADO					
300,361	CONCRETO f <sub>c</sub> = 210 kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	2,18	2,18	88,48	192,88
300,362	ACERO DE REFUERZO f <sub>y</sub> = 4.200 kg/cm <sup>2</sup>	kg	116,18	116,18	1,11	129,09
300,363	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE MADERA TIPO CARAVISTA	m <sup>2</sup>	21,40	21,40	13,49	288,86
300,370	BASES DE PORTICOS DE CONCRETO					
300,371	CONCRETO CICLOPEO 1 β + 30 % PM	m <sup>3</sup>	4,50	4,50	60,79	273,54
300,372	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE MADERA TIPO CARAVISTA	kg	3,36	3,36	13,49	45,32
	<b>SUB TOTAL 300,300:</b>					<b>4.830,98</b>
300,400	VARIOS					
300,410	SUMINISTRO COLOCACION PERNOS DE ANCLAJE DE P <sub>9</sub> SAE- 1045 Ø 1" x 14" L	u	80,00	80,00	13,36	1.068,89
300,411	TUBERIA PVC SAP Ø 2", PARA CABLE DE CONTROL	ml	15,00	15,00	4,61	69,21
300,412	TUBERIA PVC SAP Ø 1", PARA CABLE DE ILUMINACION	ml	10,00	10,00	2,25	22,47
300,413	BANDEJAS METALICAS EN CANALETAS SEGUN DISEÑO	ml	5,00	5,00	34,61	173,03
300,414	AMPLIACION DE CERCO METALICO PATIO DE LLAVES SIMILAR A LAS EXISTENTES (INCLUYE CIMENTACION Y SARDINEL DE CONCRETO)	ml	5,00	5,00	234,32	1.171,60
300,415	REUBICACION DE CERCO METALICO (INCLUYE CIMENTACION Y SARDINEL DE	ml	15,00	15,00	47,55	713,25
300,416	REUBICACION DE CASA DE CONTROL	Est	1,00	1,00	1.808,33	1.808,33
	<b>SUB TOTAL 300,400:</b>					<b>5.026,78</b>
	<b>OBRAS CIVILES</b>					<b>13.997,84</b>
	<b>RESUMEN GENERAL</b>					
	1.0 Obras Civiles					13.997,84
	2.0 Gastos Generales Directos					1.679,74
	3.0 Gastos Generales Indirectos					1.119,83
	4.0 Utilidades					699,89
	<b>TOTAL GENERAL</b>					<b>17.497,30</b>

## **CAPITULO V**

### **PLANEAMIENTO SEGUNDA ETAPA PROYECTO VIRU**

#### **5.1 Consideraciones Generales**

HIDRANDINA S.A. ha construido una línea de transmisión de 60 kV, para interconectar a la subestación Virú de propiedad del PECH con el Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN), a través de la subestación Trujillo Sur, con el fin de abastecer de energía a la creciente demanda proyectada en Virú para los próximos años, y mejorar la confiabilidad y continuidad del servicio. La línea de 60 kV esta operando en 34,5 kV, y con la nueva Subestación en Virú a proyectarse operará a su tensión nominal.

Para la operación temporal de la línea en 34,5 kV se implemento una subestación elevadora de 34,5/10 kV dentro de la subestación Trujillo Sur, y un módulo de llegada de 34,5/10 kV en la subestación existente Virú.

Para nuestro análisis se ha considerado que ya esta en operación el nuevo transformador de potencia **138/60/10 kV, 50/30/20; 60/36/24 MVA, ONAF/ONAN**, en la SET Trujillo Sur; equipo que sustituyo al antiguo transformador de 138/10 kV, 30 MVA sin regulador automático, equipo que generaba contingencias de calidad de producto en el sector centro sur de Trujillo.

Los resultados de este análisis, servirán de base para establecer los criterios de diseño de las obras electromecánicas y civiles que serán necesarias realizar para le ejecución del proyecto “Subestación Virú 60 kV y módulo de salida de 60 kV en subestación Trujillo Sur”, II etapa de proyecto materia del presente proyecto de tesis.

#### **5.2 Alcances de la segunda etapa del Proyecto Trujillo Virú**

En la Subestación Trujillo Sur 138/60/10 kV, implementación del módulo de salida en 60 kV y cable subterráneo de 60 kV que inicia su recorrido en el patio de 60 kV llegando hasta la estructura metálica autosoportada donde se interconectara con la línea existente 34,5 kV (línea aérea proyectada a convertirse en línea de 60 kV) que alimenta a la subestación Virú.



En la Subestación Virú 60/22,9/10 kV, implementación del patio de llaves, sala de control y celdas de 22,9 kV y 10kV. Así mismo, se deberá prever para un futuro a mediano plazo las salidas en 60 kV para la subestación de Chao de 60/22,9/10 kV. De la barra 10 kV salen 5 alimentadores, estos son:

- Alimentador 10 kV                      VIR001              a San Luis
- Alimentador 22,9 kV                    VIR002              a Damper
- Alimentador 10 kV                      VIR003              a Carmelo
- Alimentador 10 kV                      VIR004              a Virú Pueblo
- Alimentador 10 kV                      VIR005              a Purpur

### **5.3 Determinación de la Ubicación de la SET Virú**

#### **5.3.1 Topología del Sistema.**

El análisis se realiza para nueva Subestación de Virú en 60 kV, la interconexión con Chavimochic y plantear la nueva SET en Chao en 60 kV, ubicado a 17 km. de la SET de Virú.

#### **Subestación de Virú**

Determinar la ubicación de la subestación Virú, diseño integral de la S.E.T Virú 60/22,9 kV, patio de llaves, Sala de Control y celdas 22,9 kV. En este diseño en una primera fase se implementará el módulo de llegada 60 kV para el transformador de potencia, se deberá prever los diseños y espacios para el módulo de llegada en 60 kV y un módulo de salida en 60 kV para la localidad de Chao.

Con las nuevas instalaciones a ser diseñadas. En tal sentido se ha propuesto la instalación de un transformador de potencia de tres devanados con relación  $55,5\pm 13*1\%/22,9/10$  kV, con regulación automática bajo carga. El devanado 10 kV de este transformador de potencia servirá para enlazar eléctricamente las instalaciones existentes en la SET Virú con las nuevas instalaciones a ser diseñadas. Se elige la tensión nominal del devanado 60 kV en 55,5 kV por los siguientes motivos:

- Debido a que la Subestación Virú alimentará una demanda proyectada para el año 2021 de 10,85 MW y de la barra 60 kV de esta subestación se alimentara a través de una línea 60 kV a la SET Virú con una demanda proyectada de 9,7 MW, la tensión de operación de la barra 60 kV de la subestación Virú será menor a 60 kV. En tal sentido no es necesario que la tensión nominal del devanado primario del transformador de potencia a ser

instalado en dicha subestación posea la tensión nominal de 60 kV en el lado primario.

- Al elegir una tensión nominal de los transformadores de potencia menor a 60 kV, el regulador de tensión del transformador de potencia tendrá mayor rango de regulación para obtener las tensiones requeridas tanto en el devanado 22,9 kV y 10 kV.

### **Interconexión con el Sistema Chavimochic.**

La Central de san José de propiedad del Proyecto Especial de Chavimochic se encuentra a 7 km de la S.E.T. Virú Existente. La Central Hidroeléctrica tiene como capacidad instalada 9 MW. Dicha central se enlaza con la SET VIRU mediante una línea que llega a la barra 34,5 kV de la SET Virú. Se ha considerado necesario el enlace con el sistema CHAVIMOCHIC por:

- Mejora el Perfil de tensiones del sistema 34,5 kV y por ende de las barras de distribución 10 kV tanto en la SET. Virú y la SET Chao.
- Al estar conectado al sistema CHAVIMOCHIC y considerando que la C.H. CHAVIMOCHIC, esta generando toda su capacidad instalada (aprox. 5 MW), esta potencia sería dejada de suministrar por la línea 60 kV proveniente de la SET Trujillo Sur y por lo tanto se tendrían menores pérdidas.
- En caso de contingencia en el Sistema Eléctrico Nacional, se podría aislar el sistema Virú-Chao y abastecer de energía a cargas especiales desde la C.H. San José.

Se ha modelado los grupos de la C.H. San José para las alternativas 01, 02, 03 y 04 considerando en operación 2 grupos con una generación de 2,5 MW cada uno. El tercer grupo se considera fuera de servicio y para la alternativa 05 se considera que la C.H. San José se encuentra fuera de servicio.

Las consideraciones expuestas deben de ser demostradas a través de las simulaciones a ser desarrolladas en el presente análisis.

Por las razones antes expuestas se propone la interconexión con el sistema CHAVIMOCHIC a través de las siguientes etapas.

- Etapa 01: Instalación de un Transformador de Potencia 55.5/22,9/10 kV en la SET Virú
- Etapa 02: Construcción de la nueva línea 60 kV SET Virú – SET Chao

### 5.3.2 Resumen de la Proyección de la Demanda.

En el presente subtítulo se resume la proyección de la demanda del valle de Virú y Chao, considerando dos centros de cargas agroindustriales: Virú y Chao.

Como demanda de las cargas a ser abastecidas por la SET Virú, se ha proyectado la carga a 15 años es decir hasta el 2021, y proyectadas según la tasa de crecimiento tomada del estudio de efectuado por SZ a HIDRANDINA sobre “Estudios de costos de Peaje de Transmisión Secundaria”. La máxima demanda proyectada al año 2021 se ha desarrollado por cada subestación de distribución y por cada alimentador de la SET VIRU. El cuadro 5.1 muestra el resumen de la máxima demanda a ser abastecida por cada alimentador de la SET VIRU para el año 2021.

Cuadro 5.1: Demanda a ser Abastecida por la SET VIRU Año 2021

Barra Alimentador	Maxima demanda Proyectada		
	KW	KVAR	f.p
VIR001	979,00	473,50	0,90
VIR002	765,10	371,10	0,90
VIR003	2889,00	1346,85	0,90
VIR004	1173,00	568,00	0,90
VIR005	2987,20	1446,10	0,90
Cargas PUR PUR	1974,00	956,00	0,90
<b>TOTAL</b>	<b>10767,3</b>	<b>5161,55</b>	

En el **cuadro 5.2** “Proyección de la Demanda en KW a ser adicionadas a la SET Virú”, se muestra las cargas del sector agroindustrial a ser adicionadas a la nueva SET de Virú, estas cargas son del sector agroindustrial.

En los cuadros 5.3 y 5.4 se muestran la proyección de la demanda actual de la SET Chao y las cargas especiales del sector agro industrial a ser adicionadas en la SET de Chao, la demanda proyectadas es hasta el año 2021. Ambas cargas nos dan el nivel de potencia que la línea va transmitir hasta el año 2021.

### 5.3.3 **Criterios para la ubicación optima de la SET Virú**

La información utilizada para realizar este análisis es la información que provinie del Valor Nuevo de Reemplazo (VNR) actualizado a Enero del 2005, la cual fue entregada para la última regulación tarifaría, en el proceso del VNR 2005 de la Gerencia Adjunta de Regulación Tarifaría.

El entorno bajo el cual se ha hecho los análisis se llama Core Spatial Technology GE Smallworld 3.3 que es un producto de General Electric - GE. Los Planos fueron hechos en Spatial Intelligence 2.0, también producto de General Electric.

Existen diversas metodologías para el cálculo de las coordenadas del punto óptimo de ubicación de una subestación de transformación. Dependiendo de la cantidad y calidad de información, se puede plantear el uso de algoritmos de búsqueda espacial, búsqueda geométrica y funciones de optimización.

El uso de estos algoritmos proporcionan posibles coordenadas para la ubicación de la set viru, estos puntos serán discriminados (en búsqueda del óptimo), mediante:

- El cálculo de flujo de potencia para calcular las pérdidas tanto en líneas 60 kV como en los alimentadores 22,9 kV, analizar y valorizar los trabajos diversos que se necesitarán al cambiar la ubicación de la SET Virú.
- El análisis de los resultados de las variables de estado y las pérdidas eléctricas por cada alternativa de posible ubicación, nos dará como resultado la ubicación óptima aquella que presente las menores pérdidas eléctricas.

### Metodología de Cálculo del Centroide de Demanda Eléctrica

Dado un conjunto de  $n$  puntos, con demandas (kW)  $P_1, P_2, \dots, P_n$  y coordenadas  $(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_n, y_n)$ , respectivamente. La coordenada del centroide de demanda eléctrica será:

$$x_C = \frac{\sum_{i=1}^n P_i \cdot x_i}{\sum_{i=1}^n P_i} \quad y_C = \frac{\sum_{i=1}^n P_i \cdot y_i}{\sum_{i=1}^n P_i}$$

### Metodología de Cálculo del Centro de la Circunferencia Mínima

Dado un conjunto de  $n$  puntos, con demandas (kW)  $P_1, P_2, P_3, \dots, P_n$  y coordenadas  $(x_1, y_1), (x_2, y_2), (x_3, y_3), \dots, (x_n, y_n)$  respectivamente, se define la circunferencia mínima, como aquella circunferencia con coordenada  $(x_{Circunferencia}, y_{Circunferencia})$  y mínimo radio (radio de acción), que contiene al conjunto de  $n$  puntos.

La coordenada  $(x_C, y_C)$  del punto donde se ubicará la SET será:

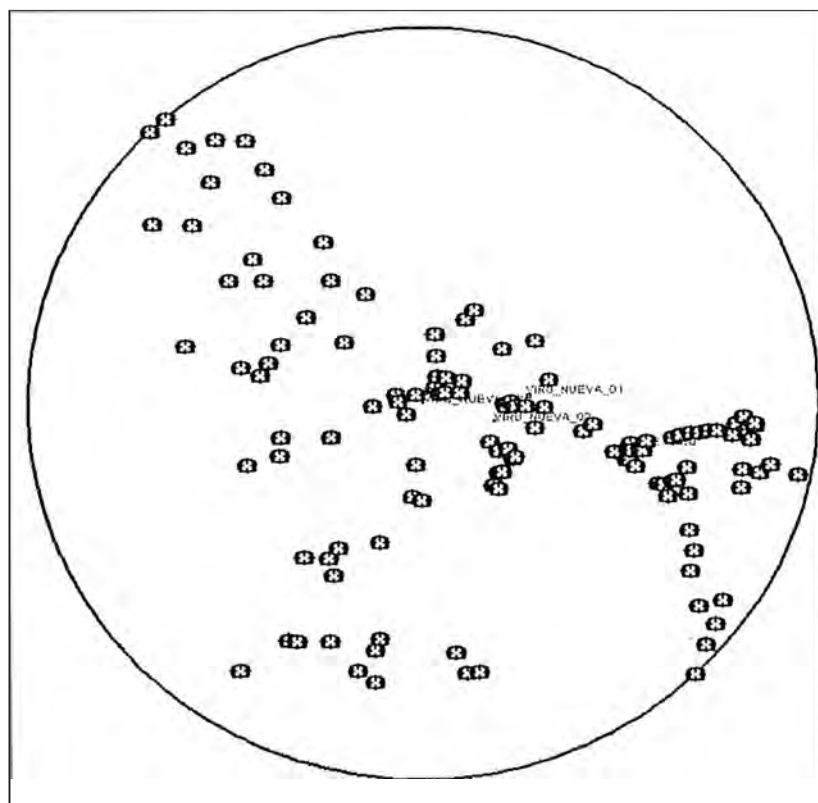
$$x_C = x_{Circunferencia} \quad y_C = y_{Circunferencia}$$

El algoritmo usado es el propuesto por Elzinga y Hearn (1972), con una complejidad  $O(n^2)$  y se describe a continuación:

- Elegir dos puntos cualesquiera  $P_i$  y  $P_j$ .
- Construir el círculo cuyo diámetro es la distancia entre  $P_i$  y  $P_j$ . Si el círculo contiene a todos los puntos, el centro del círculo es el punto óptimo. En caso contrario, escoger otro punto  $P_k$  de los puntos exteriores al círculo.

- c) Si el triángulo determinado por  $P_i$ ,  $P_j$  y  $P_k$  es rectángulo u obtuso:
- Renombrar  $P_i$ ,  $P_j$  los dos puntos opuestos al ángulo recto u obtuso y volver al paso b.
  - En caso contrario, los tres puntos determinan un triángulo agudo. Construir el círculo que pasa por los tres puntos.
- d) Si el círculo contiene a todos los puntos el centro del círculo es el punto óptimo.
- e) En caso contrario escoger un punto  $P_1$  exterior al círculo. Evaluar el punto más lejano de los tres puntos ( $P_i$ ,  $P_j$  y  $P_k$ ) y lo llamamos Q.
- f) Dividir el plano en dos mitades usando como separador la recta que pasa por Q y por el centro del círculo anterior definido por ( $P_i$ ,  $P_j$  y  $P_k$ ).
- g) Sea R el punto de ( $P_i$ ,  $P_j$  y  $P_k$ ) que está en el plano opuesto a  $P_1$ .
- h) Con los puntos Q, R y  $P_1$  volver al punto c.

**Fig 5.1.** Circunferencia Mínima de Radio 10.8 Km que contiene a todas las Subestaciones de la SET Virú, centro se encuentra en el punto (78301.79, 9068652.10)



### 5.3.4 Alternativas planteadas para la ubicación de la SET Virú

Se ha planteado cinco (5) alternativas para la posible ubicación de la SET VIRU.



**Alternativa 01 – SET Virú permanece en su Ubicación Actual**

En este escenario se respetará la ubicación actual de la SET VIRU, la cual posee como coordenada UTM (84313.77, 9067387.77). Para el suministro de energía de nuevas cargas industriales se consideró la obra en actual instalación el nuevo alimentador VIR006, el cual alimentara en el nivel de 22,9 kV a las cargas ubicadas en la zona industrial de PURPUR.

**Alternativa 02 – SET Virú se traslada a la zona llamada California**

En este escenario se consideró que la nueva ubicación de la SET VIRU será en la zona llamada California con coordenada UTM (81185.13, 9068865.51).

De manera similar para el caso anterior, se consideró la instalación del nuevo alimentador VIR006.

**Alternativa 03 – SET Virú ubicada en el Centroides de la Demanda Eléctrica.**

En este escenario se consideró que la nueva ubicación de la SET VIRU será en el centroide de demanda eléctrica (conforme a la proyección de demanda al año 2021). La coordenada UTM del centroide de demanda eléctrica es (80234.8, 9068164.22). De manera similar para el caso anterior, se consideró la instalación del nuevo alimentador VIR006.

**Alternativa 04 – SET Virú Ubicada en el Centro de la Circunferencia Mínima que Contiene a las Cargas.**

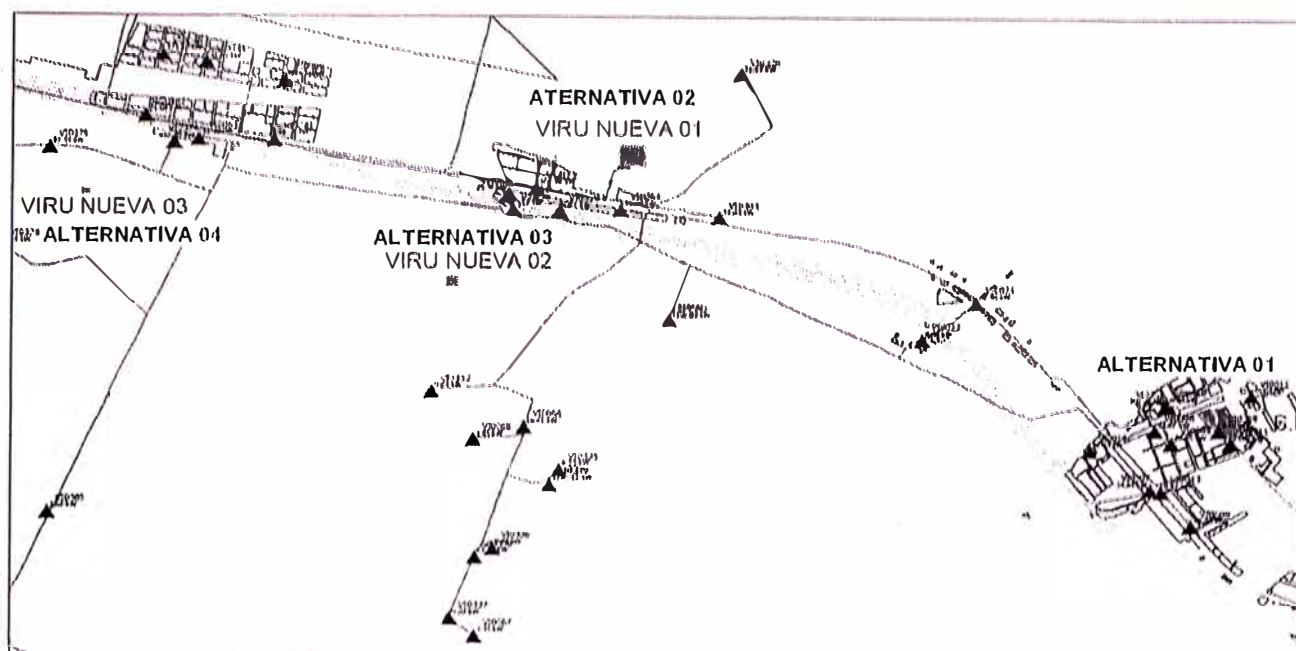
En este escenario se consideró que la nueva ubicación de la SET VIRU estará ubicada en el centro de la circunferencia mínima que contiene a las cargas o subestaciones. La coordenada UTM del centro de la circunferencia mínima es (78301.79, 9068652.10). El radio mínimo es de 10.8 Km. De manera similar para el caso anterior, se consideró la instalación del nuevo alimentador VIR006.

**Alternativa 05 – SET Virú en Ubicación Actual y no se Interconecta a C.H. CHAVIMOCHIC.**

En este escenario se respetará la ubicación actual de la SET VIRU, la cual posee como coordenada UTM (84313.77, 9067387.77). Y no se interconecta a la C.H Chavimochic. De manera similar para el caso anterior, se consideró la instalación del nuevo alimentador VIR006.

En la **fig. 5.2**, se muestra la ubicación de la SET VIRU, tanto en su lugar actual como en sus nuevas ubicaciones.

Fig. 5.2: Alternativas planteadas para la ubicación SET Virú



### 5.3.5 Resultado de la evaluación de las alternativas

El análisis de flujo de potencia nos brindará los perfiles de tensión de operación del sistema Virú-Chao-Chavimo hic, también nos proporcionará las pérdidas por transmisión en las diferentes líneas del sistema en estudio.

#### CONSIDERACIONES

Se han realizado las simulaciones considerando la demanda proyectada para el año 2021 y un factor de potencia de 0,9 para las demandas.

Se considera que los alimentadores VIR001 Y VIR004 serán alimentados desde la barra 10 kV de la SET VIRÚ.

Se considera que los alimentadores VIR002, VIR003 y VIR005 serán alimentados desde la barra 22,9 kV de la nueva SET VIRU.

Para conectar la barra 10 kV de la nueva subestación 60/22,9/10 kV Virú con la SET Virú existente se ha considerado la construcción de una línea con conductor AAAC 150 mm<sup>2</sup> para las alternativas 02, 03 y 04.

Se ha utilizado el software WinFde Ver. 201, software que es utilizado por la empresa HIDRANDINA para sus análisis de flujo de potencia.

Para los cálculos de caída de tensión correspondientes a los cálculos eléctricos, así como para la verificación de la sección de conductores, se considera el CODIGO NACIONAL DE ELECTRICIDAD, SUMINISTRO 2001, que específicamente se refiere a Tolerancias de la variación de la tensión en el punto de entrega de la

energía, el cual textualmente a la letra dice: “Las tolerancias admitidas sobre las tensiones nominales de los puntos de entrega de energía a todo consumidor, en todos los niveles de tensión nominales, es hasta  $\pm 5\%$  de las tensiones nominales.

Para implementar las alternativas 02, 03 y 04, es necesario:

- Interconectar la barra 10 kV de la nueva SET Virú con la Barra 10 kV de la SET Virú Existente y así logra el enlace con la C.H. Chavimochic a través del transformador de potencia 34,5/10 kV de la SET Virú Existente. Para nuestro análisis se ha considerado una línea 10 kV de 150 mm<sup>2</sup> con conductor AAAC.
- También para enlazar los alimentadores existentes con la barra 22,9kV de la nueva SET Virú, además es necesario la construcción de tramos de línea 22,9 Kv.

Se han realizado el análisis de 5 alternativas, para tal efecto se muestra un resumen del recorrido de los alimentadores conectadas a las a la SET Virú en su nueva ubicación.

- Virú\_Caso\_01\_Red\_MT : Recorrido de alimentadores para la alternativa 01
- Virú\_Caso\_02\_Red\_MT : Recorrido de alimentadores para la alternativa 02
- Virú\_Caso\_03\_Red\_MT : Recorrido de alimentadores para la alternativa 03
- Virú\_Caso\_04\_Red\_MT : Recorrido de alimentadores para la alternativa 04

En el cuadro 5.6. se resume las nuevas líneas con su tipo de conductor y longitud necesarios para la implementación de las alternativas 02, 03 y 04.

**Cuadro 5.6:**

NUEVO COMPONENTE ELECTRICO	ALTERNATIVAS				
	1 Km	2 Km	3 Km	4 Km	5 Km
Línea 60 kV Viru Nueva - Chao	17,00	20,46	21,15	23,14	17,00
Línea 10 kV Viru Nueva - Viru existente	0,00	3,46	4,15	6,14	0,00
Línea 22,9 interconexion VIR001 70 mm <sup>2</sup> AAAC	0,00	3,38	4,06	6,12	0,00
Línea 22,9 interconexion VIR002 70 mm <sup>2</sup> AAAC	0,00	3,11	2,72	4,20	0,00
Línea 22,9 interconexion VIR003 70 mm <sup>2</sup> AAAC	0,00	0,39	0,44	0,25	0,00
Línea 22,9 interconexion VIR004 70 mm <sup>2</sup> AAAC	0,00	3,82	4,52	6,52	0,00
Línea 22,9 interconexion VIR005 70 mm <sup>2</sup> AAAC	0,00	0,26	0,60	0,51	0,00

### 5.3.5.1 Perfiles de Tensión.

Uno de los parámetros técnicos que sirven para comparar las alternativas para la ubicación de la SET Virú, es la comparación de los perfiles de tensión de operaciones obtenidas en las diversas alternativas. En el **cuadro 5.7** se muestra el

resumen de las tensiones de operación en las principales barras del sistema en estudio, para las cinco alternativas

Cuadro 5.7: Comparación de la tensiones de operación

Barras	Tensión Nominal kV	Tension de Operación									
		Alternativa 1		Alternativa 2		Alternativa 3		Alternativa 4		Alternativa 5	
		kV	p.u.	kV	p.u.	kV	p.u.	kV	p.u.	kV	p.u.
Cargas Pur Pur	22,9	21,922	0,96	22,035	0,96	22,068	0,96	22,039	0,97	21,712	0,95
SEVIRU10	10	10,060	1,01	9,981	1,00	9,981	1,00	10,014	1,00	9,961	1,00
SEVIRU22	22,9	23,115	1,01	22,988	1,00	22,973	1,00	23,071	1,01	22,918	1,00
SEVIRU34	34,5	34,991	1,01	35,407	1,03	36,061	1,05	36,230	1,05	34,373	1,00
SEVIRU60	60	55,994	0,93	55,489	0,92	55,913	0,93	55,739	0,93	54,080	0,90
SECHAO22	22,9	23,123	1,01	22,929	1,00	23,091	1,01	22,882	1,00	22,992	1,00
SECHAO60	60	53,816	0,90	52,817	0,88	53,172	0,89	52,711	0,88	51,433	0,86
60SETSUR	60	61,923	1,03	61,608	1,03	61,726	1,03	61,563	1,03	62,428	1,02
CHVIRU34	34,5	35,361	1,02	35,670	1,03	36,365	1,05	36,941	1,06	34,375	1,00
VIRU10	10			10,287	1,03	10,428	1,04	10,520	1,05		

Para comparar las alternativas tendremos en cuenta que tanto el transformador de potencia de la SET Virú y de la SET Chao, poseen regulación automática bajo carga, eso quiere decir que se obtendrán mejores perfiles de tensión cuando las tensiones en la barra 60 kV de las SETs Virú y Chao sean mayores. Las alternativas que cumplen esta condición son la Alternativa 01 y 04.

Se observa en el cuadro 5.7 que la tensión de operación de las Barra 60 kV de la SET Virú esta en promedio por el valor de 55 kV, este comportamiento nos sugiere que la tensión nominal de los transformadores de potencia 60/22,9/10 kV a ser instalados, deben de tener una tensión nominal de 55 kV.

### 5.3.5.2 Pérdidas por Transmisión y Distribución en Media Tensión.

En el cuadro 5.8 se muestra el resumen de las pérdidas que se presentan tanto en las líneas 60 kV, en los alimentadores 22,9 kV que saldrán de la barra 22,9 kV de la SET Virú y por la línea de interconexión 10 kV SET Virú Nueva 60/22,9/10 kV-SET Virú existente 34,5/10 kV. Para cada una de las alternativas planteadas.

Cuadro N° 5.8 Pérdidas por Transmisión Totales en cada Alternativa Planteada

SISTEMA	Lineas	ALTERNATIVAS				
		1	2	3	4	5
		Pérdidas MW	Pérdidas MW	Pérdidas MW	Pérdidas MW	Pérdidas MW
Linea 60 kV	60 kV	1,11	1,23	1,19	1,24	1,68
Alternativa 22,9 kV de SET Viru	22,9 kV	0,28	0,29	0,27	0,26	0,30
Interconexion 10 kV	10 kV	0,00	0,20	0,23	0,35	0,00
	<b>Total</b>	<b>1,39</b>	<b>1,72</b>	<b>1,69</b>	<b>1,85</b>	<b>1,98</b>



Como se observa en el cuadro 5.8, la alternativa que tiene las menores pérdidas totales por efectos de transmisión es la alternativa 01. Se observa que las alternativas 03 y 04 tienen las menores pérdidas en el sistema de distribución en 22,9 kV.

### 5.3.5.3 Valorización de las pérdidas.

Para comparar las alternativas se ha elaborado los Cuadro 5.8.a, 5.8.b, 5.8.c, 5.8.d y 5.8.e donde se observan los costos producto de las pérdidas evaluadas por cada alternativa y las adecuaciones en cuanto a construcciones a implementar para su operación. Para la determinación del Costo por pérdidas en potencia y energía en transmisión se consideró los costos que por compra son pagados por HIDRANDINA, el cual es el valorizado en la Subestación base Trujillo Norte, que según publicación del OSINERG (mayo 2006) corresponden a:

Costo de Pérdidas de Potencia	27,91	S/. / kW- mes
Costo Energía en horas punta	9,99	ctv S/./kWh
Costo Energía horas punta	9,11	ctv S/./kWh

Las Pérdidas calculadas al año 2021 fueron actualizados considerando las tasas de incremento de potencia que se tomó del Estudio de Costo de Peaje de Transmisión Secundaria, pero re-evaluada para considerar las cargas agroindustriales. En el cuadro 5.9, se resume los costos de Inversión Adicional que HIDRANDINA debe ejecutar en cada una de las alternativas propuestas:

Cuadro 5.9: Inversiones adicionales por Alternativa.

ALTERNATIVAS	DENOMINACION	INVERSION Año 2008 (US\$)
1	EN UBICACION ACTUAL DE LA SET	1.039.610,86
2	EN EL AREA SUGERIDA DE CALIFORNIA	1.056.662,30
3	EN EL CENTRO DE CARGA	1.099.062,34
4	EN CENTRO DE MINIMA CIRCUNFERENCIA QUE ENCIERRA A LAS CARGAS	1.292.094,95
5	EN UBICACION ACTUAL DE LA SET SIN INTERCONEXION CON CH CHAVIMOCHIC	1.155.106,76

### 5.3.5.4 Conclusiones ubicación óptima de la nueva sub estación Virú.

Del Análisis de los perfiles de tensión entre las principales barras del estudio, se determina la tensión nominal del transformador de Potencia de Virú el cual vendría a ser:  $55,5 \pm 13x1/22,9/10$  kV, con regulación automática bajo carga.



Debido a las demandas proyectadas y de acuerdo a los resultados del flujo, se determina la Potencia del Transformador de Potencia en 20/12/8 MVA ONAN, 23/14/9 MVA ONAF, tipo de conexión YNyn0D5.

Al estar conectado al sistema CHAVIMOCHIC y considerando que la C.H. de San José, en su época de avenida puede llegar a generar hasta 5MW, esta potencia sería dejada de suministrar por la línea 60 kV proveniente de la SET Trujillo Sur y por lo tanto se tendrá menores pérdidas y hace mas atractivo la alternativa 1.

**La alternativa N° 01:** “SET Virú su Ubicación actual” es la alternativa seleccionada, por cuanto su selección se efectuó en base a los siguientes criterios:

- Adecuación y construcción de líneas para las alternativas. La alternativa 01, presenta menores costos en relación a las demás: US\$ 1 039 610,86.
- Verificación de los perfiles de Tensión (las alternativas 01 y 04, cumplen esta condición).
- Análisis de pérdidas por efecto de transmisión. La alternativa 01, presenta las menores pérdidas 1,39 MW.

#### **5.4 Implementación de la salida en 60 kV Trujillo Sur**

El equipamiento en 60 kV estará constituido por un (01) modulo de salida de línea de 60 kV, y estará compuesta por los siguientes equipos:

- (03) Tres pararrayo de oxido de zinc con contador de descarga.
- Un interruptor de potencia tripolar.
- (03) Tres transformador de corriente
- Un seccionador de línea con cuchilla de puesta a tierra.
- (03) Tres transformador de tensión capacitivo.
- (06) Seis terminales unipolar (para conexión de cable subterráneo, 03 de salida y 03 de llegada de los cables subterráneo)

La SET de Trujillo Sur, con el desarrollo Urbano de la Urbanización Santa Maria, los accesos para llegar y/o salir en 138 kV o 60 kV tiene limitaciones dificultades en las distancias mínimas de seguridad que recomienda el CNE., por lo tanto la salida será con **cable subterráneo**.

El recorrido comienza a partir de la bajada del cable subterráneo por los terminales unipolares hasta dirigirse al terreno, el recorrido se considera verificando los ángulos de desvío mínimos verificados por los máximos radios de curvatura del conductor de 150 mm<sup>2</sup> XLPE y los desniveles de enterramiento debido a los obstáculos encontrados

en la ruta que deberán ser menores o iguales a 10% (según se establece en el CNE – 2006).

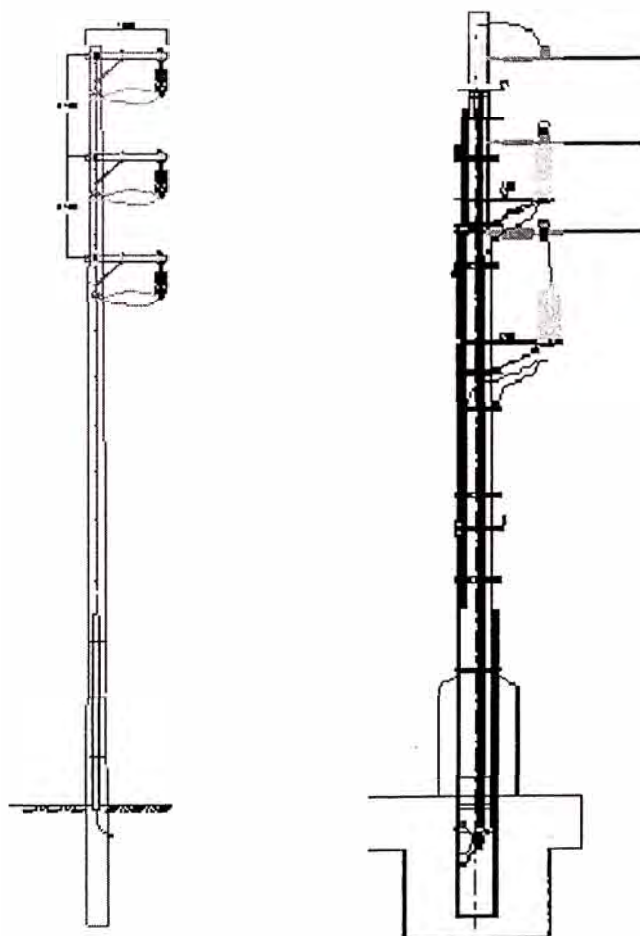
En su último tramo, la red subterránea antes de llegar a al poste terminal efectuará un ángulo de línea de 54°, para seguidamente subir los cable a través de estructura denominada T-1 (poste terminal).

### Sustitución de Poste de Suspensión tipo S1V

El poste a ubicar para la salida en aéreo de la línea Trujillo sur – Viru, será **de acero galvanizado** y sustituirá al existente (ver fig. 5.3) como estructura terminal autoportado, la altura del poste es de 60 pies, adaptándose a las instalaciones ya existentes de la Línea 34,5 kV Trujillo Sur – Virú

Las estructuras terminal será denominada, Poste Terminal Autoportado tipo T-1 y debido a que se desmontarán las estructuras N°1 tipo Qa y N° 2 tipo S1V, en la numeración será clasificada como el N° 2a.

**Fig. 5.3:** Estructura de Acero salida línea 60 kV Trujillo Sur



Los materiales a emplearse en el tramo subterráneo se han seleccionado considerando la tecnología actual disponible en instalaciones subterráneas de alta tensión. Se ha dado especial énfasis a su disponibilidad de mercado, a su similitud con instalaciones actuales de empresas de servicio eléctrico, a su facilidad de montaje, así como a la rapidez de su reparación y reemplazo en caso de averías

La línea subterránea está conformada por los **cables subterráneos** y otros elementos denominados **accesorios**.

### **Cable**

Conductor de cobre de 150 mm<sup>2</sup> de sección. Aislamiento sólido (polietileno reticulado, XLPE) que opere a la máxima tensión de operación del sistema (72,5 kV). El espesor de aislamiento y el gradiente de tensión deben cumplir con la Norma AEIC CS7-93,. Con pantalla conductora apropiada para transmitir la corriente de cortocircuito esperada y con cubierta exterior de PE, apropiado para soportar las tensiones inducidas en la pantalla conductora.

**Accesorios:** Se distinguen dos tipos de accesorios: de cable y de montaje.

### **Accesorios de Cable**

- a) Aislador Terminal: Se emplearán para dar la rigidez necesaria a la conexión del terminal del cable con la línea aérea, en los postes terminales de transición aéreo-subterráneo. Serán de porcelana, del tipo exterior; la longitud de la línea de fuga no será menor de 2 248 mm, determinado en función del Nivel IV de contaminación según la Norma IEC 60815.
- b) Conector de aislador rígido: conectará éste con el terminal unipolar y el conductor de salida de la grapa de anclaje, de 240 mm<sup>2</sup> de sección.
  - Tipo A: de característica bimetálica para empalme recto paralelo de bordes de tubo a cable
  - Tipo B: de característica bimetálica, opcional para derivación en “T” de cables de aluminio para conductor de cobre y/o aleación de aluminio.
- c) Cable de conexión de pantalla conductora: se emplearán para conectar a tierra las pantallas del cable. Deberán tener un aislamiento de XLPE apropiado para soportar las tensiones inducidas, una cubierta de PVC o PE y una sección de conductor capaz de soportar las corrientes de cortocircuito, de 70 mm<sup>2</sup> de cobre.
- d) Conductor de puesta a tierra: se empleará para los sistemas de puesta a tierra, a emplearse tanto para la conexión del conductor aislado de bajada de cobre de

70mm<sup>2</sup> que baja de la pantalla conductora del cable subterráneo y con el sistema de puesta a tierra propuesto.

- e) Caja de conexión a tierra de pantalla con limitador de tensión (SVL): servirán para conectar a tierra la pantalla conductora de los tres cables de cada circuito a través de un limitador de tensión (SVL) por cada fase. El SVL será de óxido de zinc y de 3 kV. Deberán tener una carcasa a prueba de corrosión, con conexión a tierra y un grado de hermeticidad a prueba de elementos sólidos, humedad y agua.
- f) Caja de conexión directa a tierra de pantalla: servirán para conectar directamente a tierra la pantalla conductora de los tres cables de cada circuito. Deberán tener una carcasa a prueba de corrosión, con conexión a tierra y un grado de hermeticidad a prueba de elementos sólidos, humedad y agua.

### **Accesorios de Tendido**

- a) Cabezal de tiro y conector giratorio: las bobinas a suministrar vendrán provistas de un cabezal de tiro (pulling head) en el extremo de jalado de cada una de ellas. El cabezal de tiro será de acero, directamente unido al conductor del cable. En la parte exterior del cabezal se fijará un ojal de tiro (pulling eye) para el jalado del cable. Adicionalmente, por cada bobina se deberá suministrar un conector giratorio (swivel joint)
- b) Tubo de protección y agarre del cable y cabezal de tiro: Será del tipo termocontraíble con adhesivo incorporado, para proporcionar una unión firme entre el cabezal de tiro y la cubierta exterior del cable.
- c) Sellador para Ductos de Cables: Se empleará para sellar los extremos de cables instalados en ductos de concreto, dentro de bloques del mismo material. Deberá impedir el ingreso de agua, partículas de material y cualquier otro elemento nocivo, al interior del tramo de cable instalado en ductos, sin que la contracción y dilatación del cable afecte su característica de sellado.

## **5.5 Subestación de llegada Virú 60/22,9/10 kV, 20/12/8 MVA**

El equipamiento en 60 kV estará constituido por lo siguiente:

### **5.5.1 Equipos Principales**

Un transformador de potencia 55,5+13x1%/22,9/10 kV; con potencia de 22/12/10 MVA (ONAN) 26/14/12 MVA (ONAF).

(01) Un módulo de llegada de línea de 60 kV, y estará compuesta por:

- (03) Tres transformadores de tensión capacitivo. 60/100/ $\sqrt{3}$ ; 30 VA

- Un seccionador de línea con cuchilla de puesta a tierra.
- (03) Tres transformador de corriente
- Un interruptor de potencia tripolar.
- Un seccionador de barra

(01) Un módulo de salida de línea de 60 kV, y estará compuesta por:

- Un seccionador de barra.
- Un interruptor de potencia tripolar.
- (03) Tres transformador de corriente
- Un seccionador de línea con cuchilla de puesta a tierra.
- (03) Tres transformadores de tensión capacitivo.  $60/100/\sqrt{3}$ ; 30 VA

(01) Un módulo de transformación de 60 kV, compuesto por:

- (03) Tres pararrayos de oxido de zinc con contadores de descarga.
- Un Seccionador de barra
- Un interruptor de potencia tripolar.

### **5.5.2 Equipos en 22,9 kV y 10 kV.**

El equipamiento en 22,9 kV se instalará en la sala de control:

(01) Una celda metal-clad 22,9 kV de llegada del transformador.

(01) Una celda para medición incluye transformadores de tensión con fusibles de protección.

La cantidad de celda metal-clad 22,9 kV, serán como sigue: alimentadores para las

(05) cinco salida de líneas, (01) Una salida para la carga industrial.

El equipamiento en 10 kV se instalará en la sala de control:

(01) Una celda metal-clad 10 kV de llegada del transformador.

Una celda metal-clad 10 kV de interconexión con la SE Chavimochic (adyacente) debe incluir equipo de sincronismo.

(01) Una celda para servicios auxiliares incluye transformador de servicios auxiliares 10/ 0,220 kV (al interior).

(01) Una celda para medición incluye transformadores de tensión con fusibles de protección.

### **5.5.3 Tableros y sistema de protección**

#### **Tablero de control, protección y medición**



La protección principal del transformador de tres devanados esta basada en protección diferencial (87T). Para cada devanado se ha previsto relés de sobrecorriente como protección de respaldo.

En la celda de línea de 60 kV la protección se basara principalmente en los relés 50/51, 50/51N, 67, 67N, 79, 27, 59, 81

Se emplearán contadores multifunción, digitales, de la energía eléctrica (Wh/VARh) bidireccionales, de doble tarifa y doble horario, clase 0,2; medición y registro en dos sentidos, multifuncional, con los dispositivos necesarios que permita extraer la señal hacia el sistema de telemedida.

### **Tablero de Servicios Auxiliares**

Para el efecto se dispondrá de fuentes de alimentación en corriente alterna, corriente continua y en casos de emergencia que atiendan los requerimientos de energía que demandan la operación los distintos equipos de la subestación. Para esto se dispondrá de los siguientes equipos:

- Tablero 220 Vca (trifásico,03 hilos)
- Tablero 125 Vcc
- Un (01) tablero rectificador - cargador 220 Vca / 125 Vcc.

#### **5.5.4 Miscelanea.**

##### **Malla de Tierra**

En la Subestación Viru 60/22,9/10 kV, la malla de tierra será diseñado tomando en cuenta los valores que resulten de las mediciones de resistividades del terreno. El valor de la resistencia de la malla a tierra deberá ser menor a 5 ohms. con un tiempo de 0,5 seg. la unión con los equipos (sistema superficial) es con conductor de cobre 70 mm<sup>2</sup>. Los equipos, estructuras soporte y caja de mando se conectaran al sistema de tierra superficial a través de conectores y cable de conductores de 70 mm<sup>2</sup> , en el caso del pararrayo se colocara también al contador de descargas.

##### **Pórticos Metálicos de 60 kV, conductores de barras y equipos**

Los pórticos serán de perfiles de acero galvanizado reticulado. El conductor será aleación de aluminio, la sección será de 240 mm<sup>2</sup> (AAAC) de sección para las

barras y bajadas a equipos en 60 kV. Las cadenas de aisladores de 60 kV serán de porcelana.

### **Alumbrado y Fuerza Exterior**

El alumbrado exterior del patio de llaves estará constituido por luminarias con lámparas de vapor de sodio de alta presión de 150 W, ubicados sobre postes de concreto armado centrifugado de 9.00 m de altura. Asimismo se contará con reflectores de 200 W, 220 V, montaje para exterior, instalados en los postes de concreto de la iluminación perimetral de 60 kV.

### **Alumbrado de Emergencia**

Este, abarcara tanto en el interior del sala de control y el patio de llaves, ubicados en los pórticos. Estará alimentado en corriente alterna abastecida con energía en corriente continua desde el tablero de 125 Vcc, con una lógica de encendido automático cuando el sistema de iluminación normal se desactiva por falta de la corriente alterna.

#### **5.5.5 Telecomunicaciones**

El nuevo sistema será construido para atender los siguientes servicios en la forma que se describe a continuación.

#### **Telefonía.**

El contratista considerará incluir la S.E. Virú dentro del sistema de telefonía IP que se considera dentro del plan de Telefonía IP a nivel corporativo, por lo que deberá incluir la provisión de los materiales para la telefonía IP, Teléfono y medio de comunicaciones que en este caso sería radio digital.

#### **Sistema de Telecontrol**

La S.E.T Trujillo Sur desde el punto de vista de Telecontrol se ubica como una subestación totalmente automatizada, con equipos que permiten su control a través de una RTU del fabricante SIEMENS. A efecto de integrar la celda de salida hacia S.E.T Virú, se va a incluir un controlador de celda o UCL (Unidad de Control Local). Este equipo se integrará al switch de la sala de mando del CCO conforme se muestra en el esquema del sistema de Telecomunicaciones y Control. El referido equipamiento tendrá a su cargo el monitoreo, supervisión y control, medición y

protección de la celda de salida de la Subestación. De una manera análoga se procederá con la nueva S.E.T Viru, donde se definen cuatro campos de monitoreo y control, medición y protección, el primero se refiere a la celda de llegada de Trujillo Sur, el segundo se refiere al campo del transformador, el tercero a las celdas de 22,9 kV y el cuarto a las celdas de 10 kV. En todos los casos debe ser posible integrar la supervisión, control y monitoreo, medición y protección a la Unidad de control local. En esta subestación se ha previsto equipos para control local compuesto por una estación de trabajo en PC industrial y software de monitoreo y control. Se han definido cuatro (4) niveles jerárquicos para la completa supervisión y operación de la subestación. El nivel (0) lo conforman los equipos convencionales del patio de llaves. El nivel (1) corresponde al control al pie de equipo y lo conforman las unidades de control local UCL con las funciones de control y protección de bahía. El nivel (2) corresponde al control local desde la sala de control de la subestación, correspondiendo el último nivel (3) al control centralizado desde la Sala del Centro de Control de HIDRANDINA S. A. ubicado en Trujillo Sur, desde donde se podrá supervisar y operar todas las instalaciones de la subestación. Las características de los equipos para los diferentes niveles serán definidas y descritas en las secciones correspondientes; pero básicamente se trata de un sistema de supervisión multiplataforma, de arquitectura abierta, con protocolos abiertos de acuerdo a los estándares internacionales ISO e IEC 870-5 y IEC 870-4. Los dispositivos componentes del sistema se enlazan por una red LAN en anillo o radial, con switches y concentradores (hubs), que aseguren dicha función.

La propuesta es crear un módulo independiente para la celda e integrarla a la RTU existente mediante protocolo DNP3.0 o IEC 870-5-103.

### **Radio Enlace digital**

Como medio de comunicaciones se está planteando la instalación de un radio digital que permita el enlace S.E. Viru- S.E. Trujillo Sur. La Banda de Operación propuesta será una de banda no licenciada de 2,4 Ghz.

En general para la definición de los sistemas se ha considerado la integración de los nuevos equipos a los equipos, sistemas y servicios existentes tales como el Sistema SCADA de HIDRANDINA S.A. y los servicios de transmisión de datos en los canales principales de la compañía, por ejemplo la red corporativa IP/VPN.









## CONCLUSIONES

El análisis estratégico de los Ejes de Desarrollo ha permitido a la Empresa Hidrandina S.A. implementar proyectos que genere mayores ingresos por el aumento en sus ventas, pero lo más importante ha sido contribuir el desarrollo sostenido en la zona de los proyectos de los cuatro ejes de desarrollo, aun cuando el proyecto no está ubicado en la zona de concesión de la empresa, como es el caso de los ejes de desarrollo de Conchudos y Cajabamba.

Los criterios para priorizar los proyectos con los indicadores económicos, permite a la empresa seleccionar los proyectos cuya rentabilidad está garantizada. Los recursos para la ejecución de los proyectos son limitados y la asignación de los recursos para el proyecto Trujillo – Virú, por etapas permite a la empresa asignar recursos a otros proyectos de redes de distribución en cuya cartera la empresa mantiene un atraso en la ejecución de obras de ampliación de redes y remodelación para mejorar la calidad de servicio y calidad de producto.

En proyectos de transmisión secundaria es importante invertir, pero de acuerdo a un crecimiento real de la demanda, cuyo potencial es grande, pero el ingreso al sistema eléctrico depende de otras variables que no depende de la gestión de la empresa Hidrandina S.A.; en el caso de Virú el crecimiento del sector agroindustrial depende de otras inversiones y de otros sectores.

Finalmente se concluye que Hidrandina S.A. con la ejecución de la primera etapa del proyecto Trujillo – Virú ha contribuido con el Desarrollo Nacional y la línea en 60 kV garantiza la atención de la demanda en el sector agroindustrial de los valles de Chao y Virú. También se demuestra que el planeamiento eléctrico es esencial y estratégico para la empresa Hidrandina s.a., concluyéndose que la segunda etapa del proyecto concluye que es necesario la implementación de la SET de Virú en 60 kV y en mediano plazo es necesario la ejecución de proyecto Virú Chao en 60 kV.

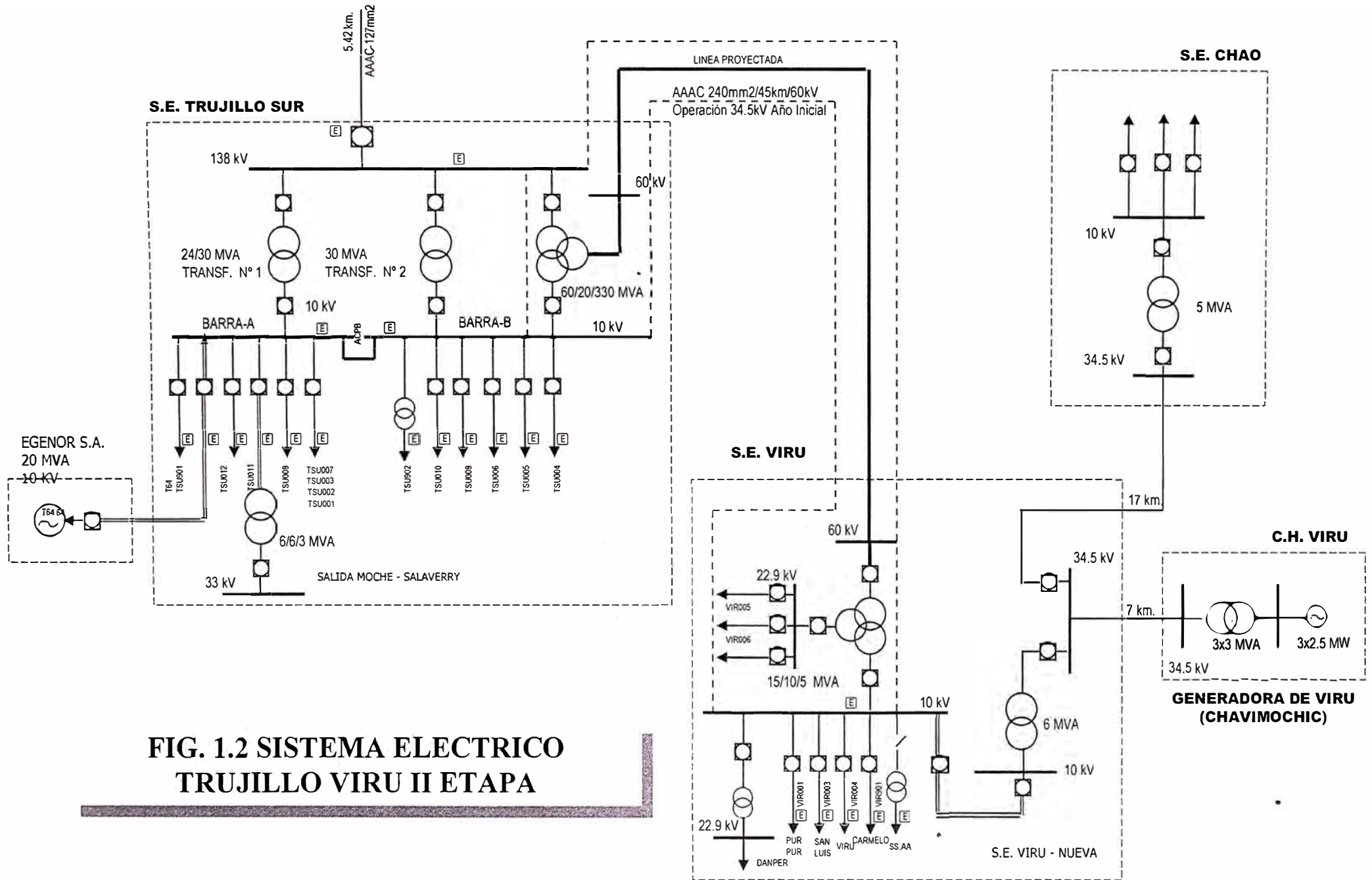
## **BIBLIOGRAFÍA.**

### **Material de Referencia**

- [1] CHECA LUIS MARIA, Líneas de Transporte de Energia, Editores Marcombo, Barcelona 1998
- [2] ENRÍQUEZ HARPER GILBERTO, Líneas de Transmisión y Redes de Distribución de Potencia Eléctrica. Limusa, México, 1977
- [3] BECERRA FERNADEZ MIGUEL, Líneas de Transmisión de Potencia, Asociación Electrotécnica Peruana, Lima, 2001.
- [4] ABC INGENIEROS, Diseño de líneas de transmisión con DLT CAD 2006, Lima 2006
- [5] COVIEM, Software de análisis de sistemas eléctricos WIN Fdc Versión 2.01, Lima, 2006.
- [6] LAURENCE J. GITMAN, Principios de Administración Financiera, décima edición, Pearson. 2005
- [7] LANDERAS RODRIGUEZ HUMBERTO, Así se Hizo Chavimochic, 2005
- [8] SOBREVILA A. MARCELO, Centrales eléctricas y estaciones transformadoras, ediciones Miramar, 1977.
- [9] ZOPPETI JUDEZ GAUDENCIO, Estaciones Transformadoras y de Distribución, Editora Barcelona Gustavo Guilli, 1974
- [10] NORMA IEC, Norma Comisión Electrotécnica Internacional
- [11] NORMAS TECNICAS DGE, Ministerio de Energía y Minas, Dirección General de Electricidad

## **ANEXO N° 1: ESQUEMAS Y DIAGRAMAS UNIFILARES**





**FIG. 1.2 SISTEMA ELECTRICO TRUJILLO VIRU II ETAPA**



Fig. 1.3: EJE DE DESARROLLO MALABRIGO

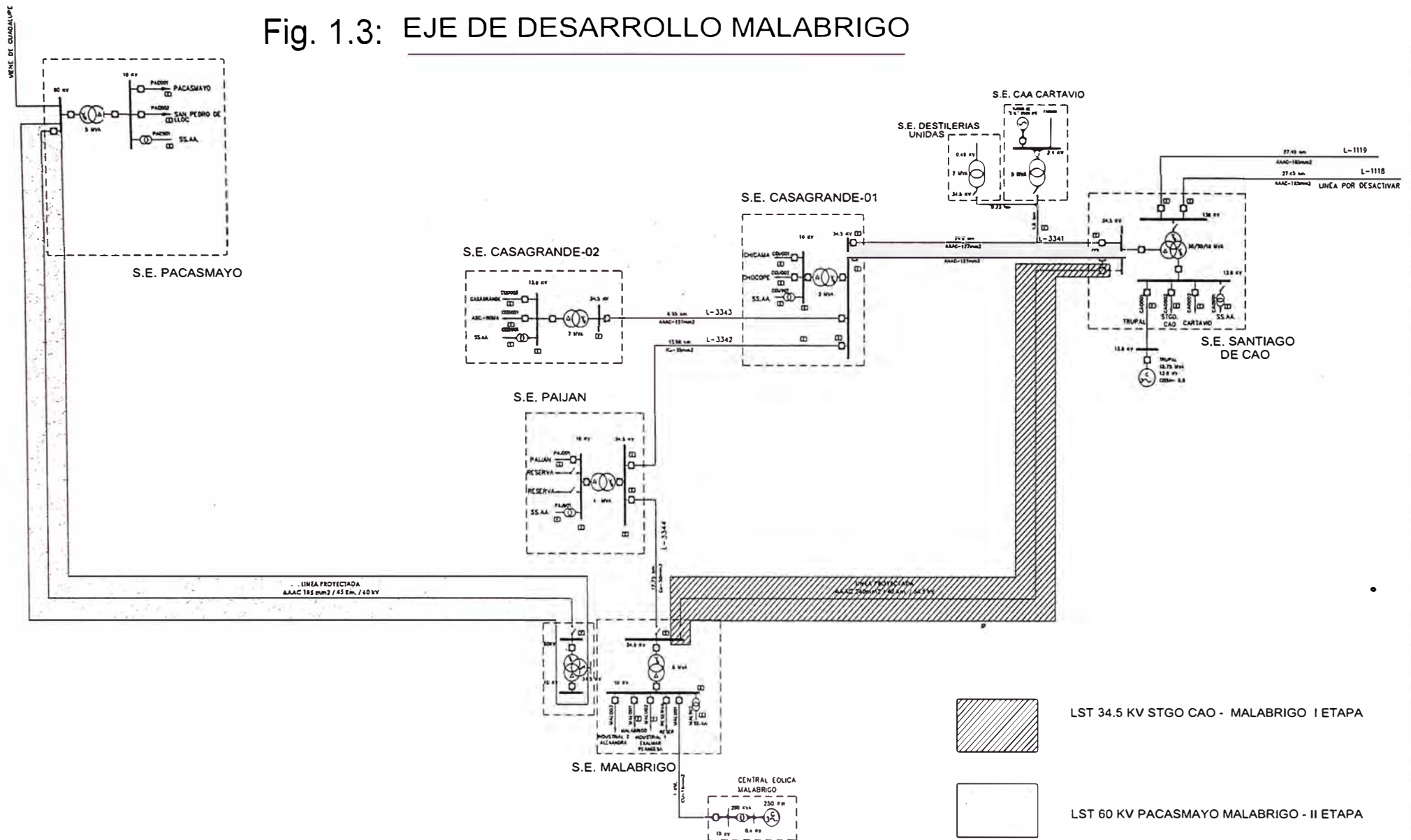
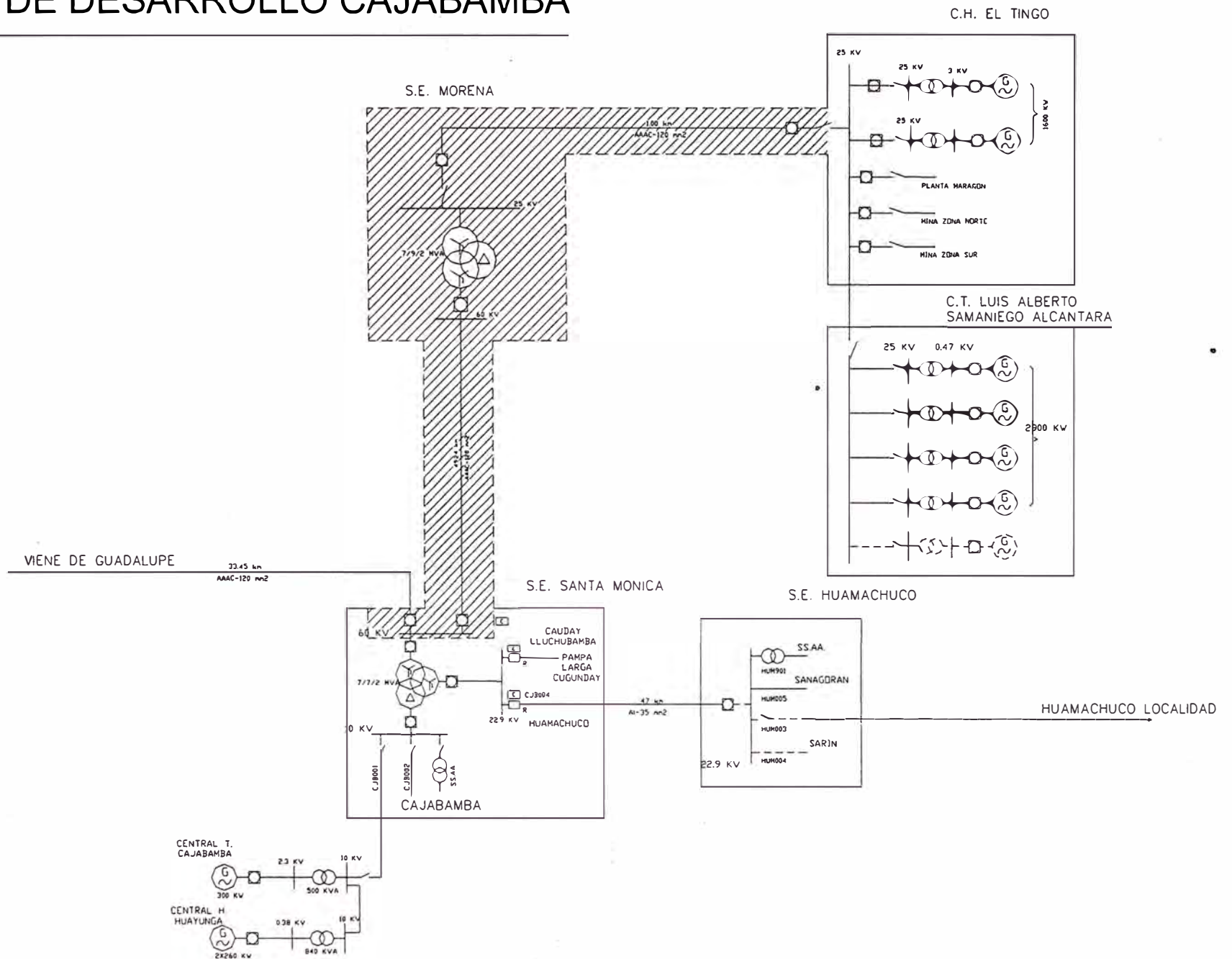
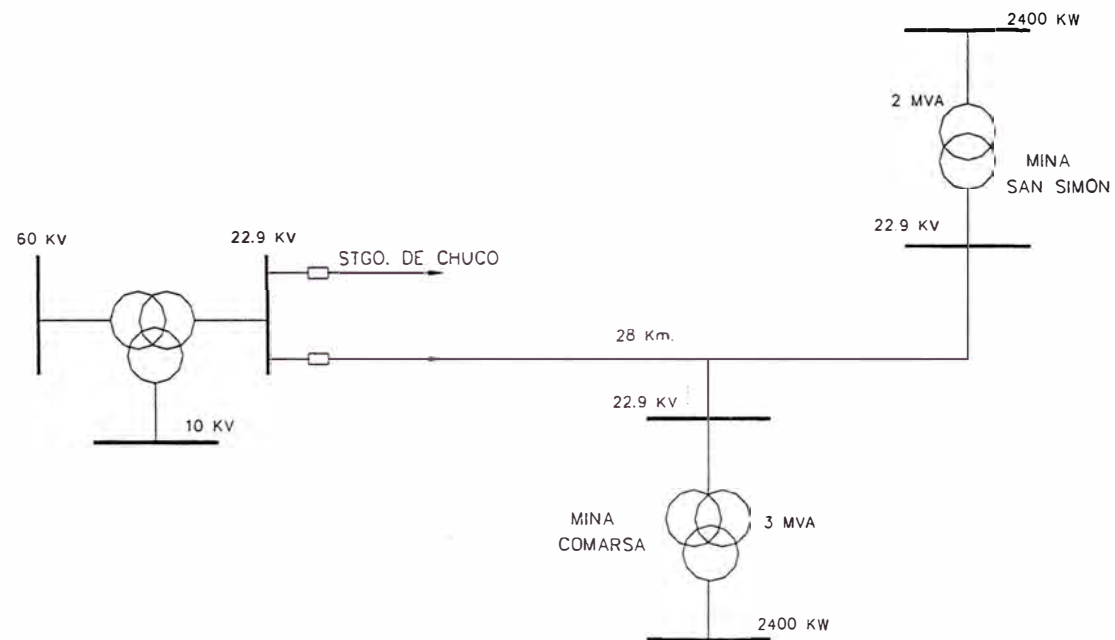


Fig. 1.4: EJE DE DESARROLLO CAJABAMBA



**Fig.1.5:** EJE DE DESARROLLO CALLEJON DE CONCHUCOS  
MINERAS COMARSA Y SAN SIMON

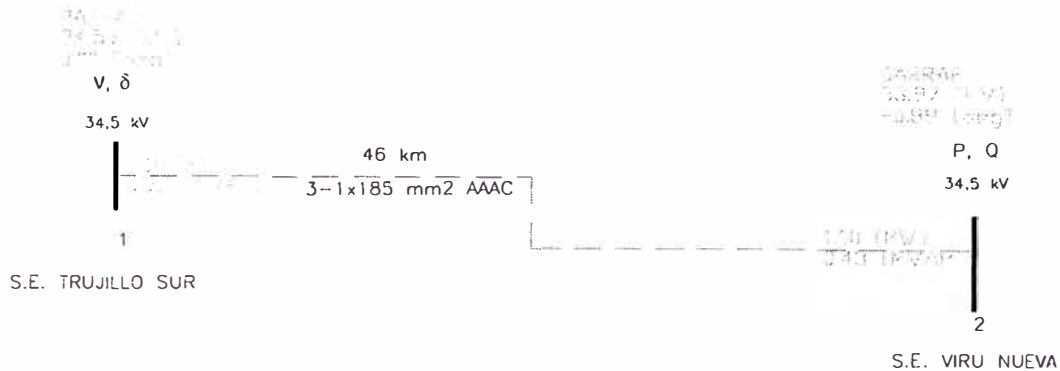


## **ANEXO N° 2: Flujos de carga**

- 1.- PARA CONDUCTOR DE 3-1x185 mm<sup>2</sup> Y NIVEL DE TENSIÓN DE 34,5 kV**
- 2.- PARA CONDUCTOR DE 3-1x185 mm<sup>2</sup> Y NIVEL DE TENSIÓN DE 60 kV**
- 3.- PARA CONDUCTOR DE 3-1x240 mm<sup>2</sup> Y NIVEL DE TENSIÓN DE 34,5 kV**
- 4.- PARA CONDUCTOR DE 3-1x240 mm<sup>2</sup> Y NIVEL DE TENSIÓN DE 60 kV**

# 1.- PARA CONDUCTOR DE 3-1x185 mm<sup>2</sup> Y NIVEL DE TENSIÓN DE 34,5 kV

a) Flujo de carga considerando máxima demanda de 1 MW (34,5 kV)



Flujo de carga desacoplado rapido - NewFdc 3.00  
\*\*\*\*\*

```

Potencia base           : 100.000 MVA
Unidades de potencia   : MW
Tolerancia de convergencia : 0.100 MVA
Exponente de carga activa  : 0.000
Exponente de carga reactiva : 0.000
Conversion de barra PV a PQ : Desactivada
Control de tension por taps : Desactivado
Control de MVAR por taps   : Desactivado
Control de MW por defasadores : Desactivado
    
```

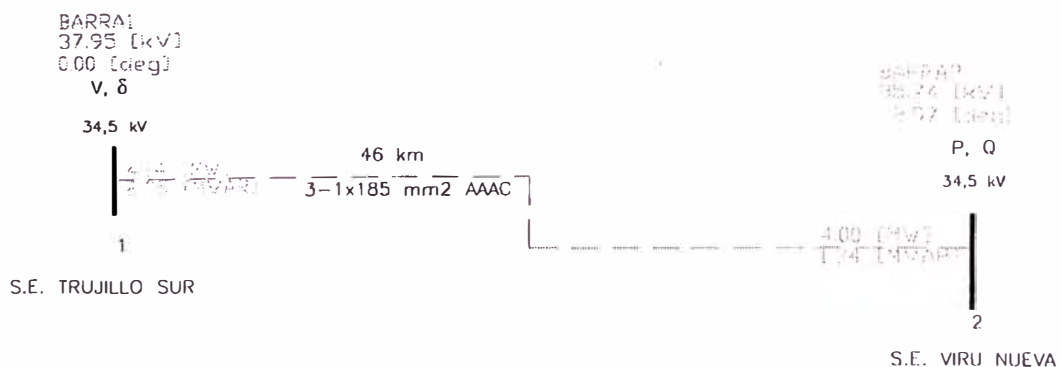
Reporte de barras

Error Barra MW	Red	Zona	Tension			Generacion		Carga	
			kV	pu	deg tipo	MW	MVAR	MW	MVAR
0.000	1	1	34.500	1.000	0.00 SL	1.014	0.366	0.000	0.000
0.004	1	1	33.969	0.985	-0.89 PQ	0.000	0.000	1.000	0.484

Reporte de lineas/cables

Linea/Cable	Red	Barras	Flujo		Perdidas		Flujo		
			MW	MVAR	MW	MVAR	MVA	Amp	%
LINEA-001	1	BARRA1 BARRA2	1.01	0.32	0.009	-0.167	1.11	18.9	4.2
			-1.00	-0.49					

b) Flujo de carga considerando máxima demanda de 4 MW (34,5 kV)





Flujo de carga desacoplado rapido - NewFdc 3.00  
 \*\*\*\*\*

Potencia base : 100.000 MVA  
 Unidades de potencia : MW  
 Tolerancia de convergencia : 0.100 MVA  
 Exponente de carga activa : 0.000  
 Exponente de carga reactiva : 0.000  
 Conversion de barra PV a PQ : Desactivada  
 Control de tension por taps : Desactivado  
 Control de MVAR por taps : Desactivado  
 Control de MW por defasadores : Desactivado

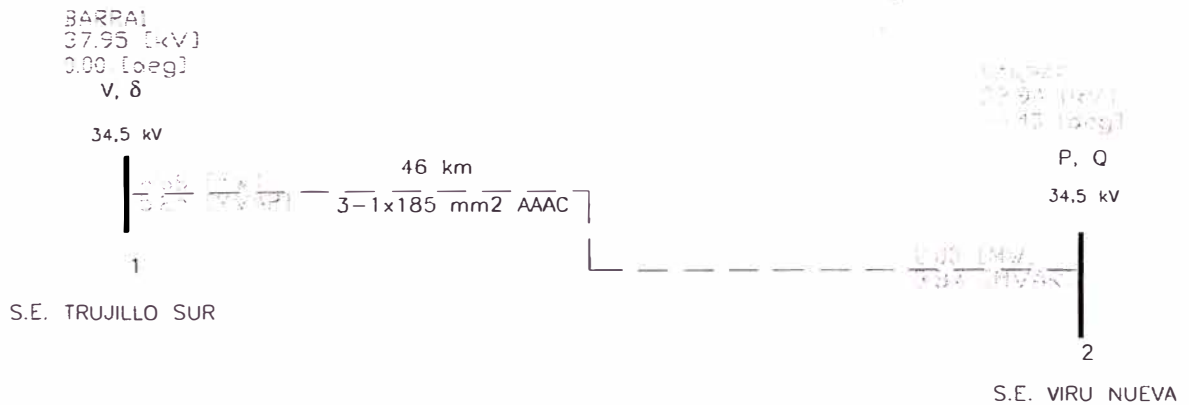
Reporte de barras

Error Barra MW	Red MVAR	Zona	Tension			Generacion		Carga	
			kV	pu	deg tipo	MW	MVAR	MW	MVAR
0.000	0.000	1	37.950	1.100	0.00 SL	4.169	2.049	0.000	0.000
0.027	0.000	1	35.737	1.036	-2.97 PQ	0.000	0.000	4.000	1.937

Reporte de lineas/cables

Linea/Cable	Red	Barras	Flujo		Perdidas		Flujo		
			MW	MVAR	MW	MVAR	MVA	Amp	%
LINEA-001	1	BARRA1	4.14	2.05	0.141	0.112	4.62	71.8	15.8
		BARRA2	-4.00	-1.94					

c) Flujo de carga considerando máxima demanda de 8 MW (34, 5 kV)



Flujo de carga desacoplado rapido - NewFdc 3.00  
 \*\*\*\*\*

Potencia base : 100.000 MVA  
 Unidades de potencia : MW  
 Tolerancia de convergencia : 0.100 MVA  
 Exponente de carga activa : 0.000  
 Exponente de carga reactiva : 0.000  
 Conversion de barra PV a PQ : Desactivada  
 Control de tension por taps : Desactivado  
 Control de MVAR por taps : Desactivado  
 Control de MW por defasadores : Desactivado

Reporte de barras

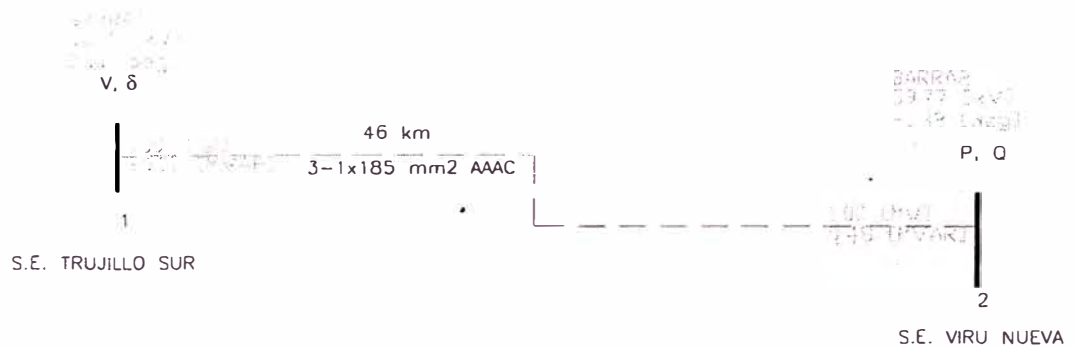
Error Barra MW	Red MVAR	Zona	Tension			Generacion		Carga	
			kV	pu	deg tipo	MW	MVAR	MW	MVAR
BARRA1 0.000	1 0.000	1	37.950	1.100	0.00 SL	8.713	5.246	0.000	0.000
BARRA2 0.037	1 0.000	1	32.944	0.955	-6.40 PQ	0.000	0.000	8.000	3.875

Reporte de lineas/cables

Linea/Cable	Red	Barras	Flujo		Perdidas		Flujo		
			MW	MVAR	MW	MVAR	MVA	Amp	%
LINEA-001	1	BARRA1 BARRA2	8.68	5.25	0.673	1.371	10.14	155.8	34.3
			-8.00	-3.87					

2.- PARA CONDUCTOR DE 3-1x185 mm2 Y NIVEL DE TENSION DE 60 kV

a) Flujo de carga considerando máxima demanda de 1 MW (60 kV)



Flujo de carga desacoplado rapido - NewFdc 3.00  
\*\*\*\*\*

Potencia base : 100.000 MVA  
 Unidades de potencia : MW  
 Tolerancia de convergencia : 0.100 MVA  
 Exponente de carga activa : 0.000  
 Exponente de carga reactiva : 0.000  
 Conversion de barra PV a PQ : Desactivada  
 Control de tension por taps : Desactivado  
 Control de MVAR por taps : Desactivado  
 Control de MW por defasadores : Desactivado

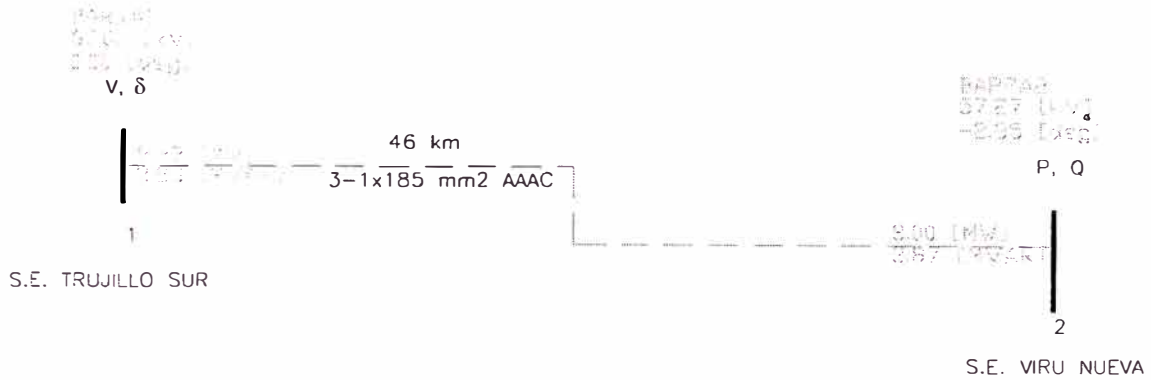
Reporte de barras

Error Barra MW	Red MVAR	Zona	Tension			Generacion		Carga	
			kV	pu	deg tipo	MW	MVAR	MW	MVAR
BARRA1 0.000	1 0.000	1	60.000	1.000	0.00 SL	1.082	-0.061	0.000	0.000
BARRA2 0.079	1 0.027	1	59.772	0.996	-0.32 PQ	0.000	0.000	1.000	0.484

Reporte de lineas/cables

Linea/Cable	Red	Barras	Flujo		Perdidas		Flujo		
			MW	MVAR	MW	MVAR	MVA	Amp	%
LINEA-001	1	BARRA1	1.00	-0.09	0.003	-0.573	1.11	10.7	2.4
		BARRA2	-1.00	-0.48					

b) Flujo de carga considerando máxima demanda de 8 MW (60 kV)



Flujo de carga desacoplado rapido - NewFdc 3.00

```

*****
Potencia base           : 100.000 MVA
Unidades de potencia  : MW
Tolerancia de convergencia : 0.100 MVA
Exponente de carga activa : 0.000
Exponente de carga reactiva : 0.000
Conversion de barra PV a PQ : Desactivada
Control de tension por taps : Desactivado
Control de MVAR por taps : Desactivado
Control de MW por defasadores : Desactivado
    
```

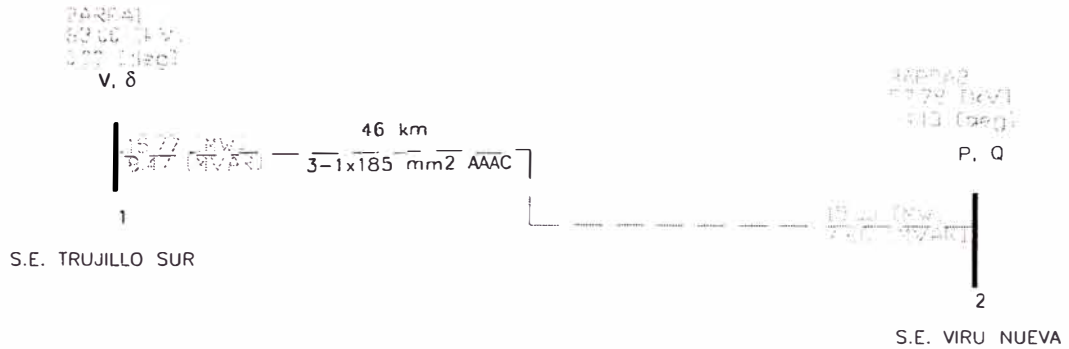
Reporte de barras

Error Barra	Red	Zona	Tension			Generacion		Carga	
			kV	pu	deg tipo	MW	MVAR	MW	MVAR
0.000	1	1	60.000	1.000	0.00 SL	8.218	3.881	0.000	0.000
0.000	1	1	57.274	0.955	-2.35 PQ	0.000	0.000	8.000	3.875

Reporte de lineas/cables

Linea/Cable	Red	Barras	Flujo		Perdidas		Flujo		
			MW	MVAR	MW	MVAR	MVA	Amp	%
LINEA-001	1	BARRA1	8.22	3.83	0.219	-0.044	9.07	89.6	19.7
		BARRA2	-8.00	-3.88					

c) Flujo de carga considerando máxima demanda de 15 MW (60 kV)



Flujo de carga desacoplado rapido - NewFdc 3.00  
\*\*\*\*\*

Potencia base : 100.000 MVA  
 Unidades de potencia : MW  
 Tolerancia de convergencia : 0.100 MVA  
 Exponente de carga activa : 0.000  
 Exponente de carga reactiva : 0.000  
 Conversion de barra PV a PQ : Desactivada  
 Control de tension por taps : Desactivado  
 Control de MVAR por taps : Desactivado  
 Control de MW por defasadores : Desactivado

Reporte de barras

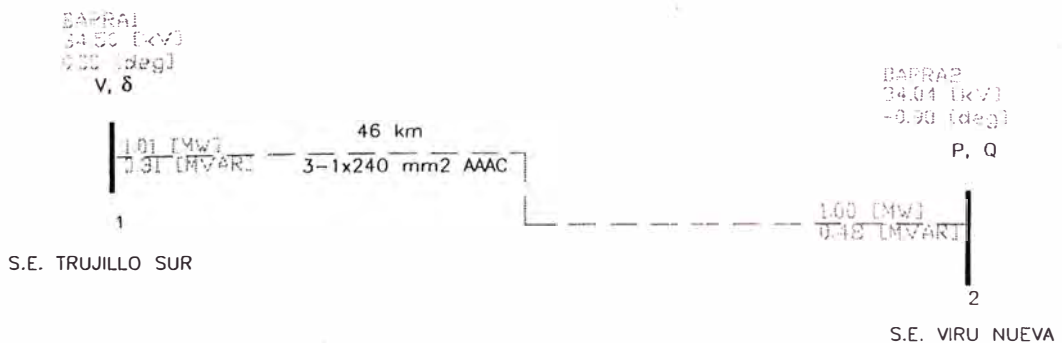
Error Barra MW	Red MVAR	Zona	Tension			Generacion		Carga	
			kV	pu	deg tipo	MW	MVAR	MW	MVAR
0.000	0.000	1	63.000	1.050	0.00 SL	15.851	8.491	0.000	0.000
0.080	0.022	1	57.777	0.963	-4.13 PQ	0.000	0.000	15.000	7.265

Reporte de lineas/cables

Linea/Cable	Red	Barras	Flujo		Perdidas		Flujo		
			MW	MVAR	MW	MVAR	MVA	Amp	%
LINEA-001	1	BARRA1	15.77	8.47	0.765	1.200	17.90	166.6	36.6
		BARRA2	-15.00	-7.27					

3.- PARA CONDUCTOR DE 3-1x240 mm2 Y NIVEL DE TENSION DE 34,5 kV

a) Flujo de carga considerando máxima demanda de 1 MW (34,5 kV)



Flujo de carga desacoplado rapido - NewFdc 3.00  
 \*\*\*\*\*

Potencia base : 100.000 MVA  
 Unidades de potencia : MW  
 Tolerancia de convergencia : 0.100 MVA  
 Exponente de carga activa : 0.000  
 Exponente de carga reactiva : 0.000  
 Conversion de barra PV a PQ : Desactivada  
 Control de tension por taps : Desactivado  
 Control de MVAR por taps : Desactivado  
 Control de MW por defasadores : Desactivado

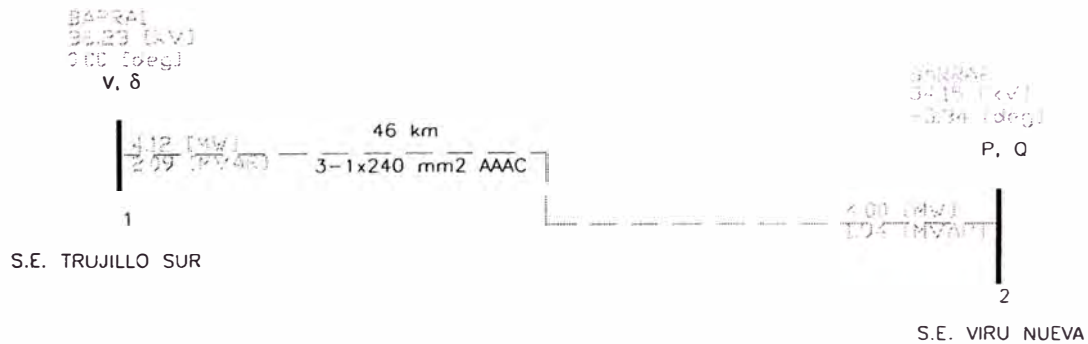
Reporte de barras

Error Barra MW	Red MVAR	Zona	Tension			Generacion		Carga	
			kV	pu	deg tipo	MW	MVAR	MW	MVAR
BARRA1 0.000	1 0.000	1	34.500	1.000	0.00 SL	1.010	0.344	0.000	0.000
BARRA2 0.003	1 0.031	1	34.036	0.987	-0.90 PQ	0.000	0.000	1.000	0.484

Reporte de lineas/cables

Linea/Cable	Red	Barras	Flujo		Perdidas		Flujo		
			MW	MVAR	MW	MVAR	MVA	Amp	δ
LINEA-001	1	BARRA1 BARRA2	1.01	0.31	0.007	-0.172	1.11	18.9	3.5

b) Flujo de carga considerando máxima demanda de 4 MW (34,5 kV)



Flujo de carga desacoplado rapido - NewFdc 3.00  
 \*\*\*\*\*

Potencia base : 100.000 MVA  
 Unidades de potencia : MW  
 Tolerancia de convergencia : 0.100 MVA  
 Exponente de carga activa : 0.000  
 Exponente de carga reactiva : 0.000  
 Conversion de barra PV a PQ : Desactivada  
 Control de tension por taps : Desactivado  
 Control de MVAR por taps : Desactivado  
 Control de MW por defasadores : Desactivado



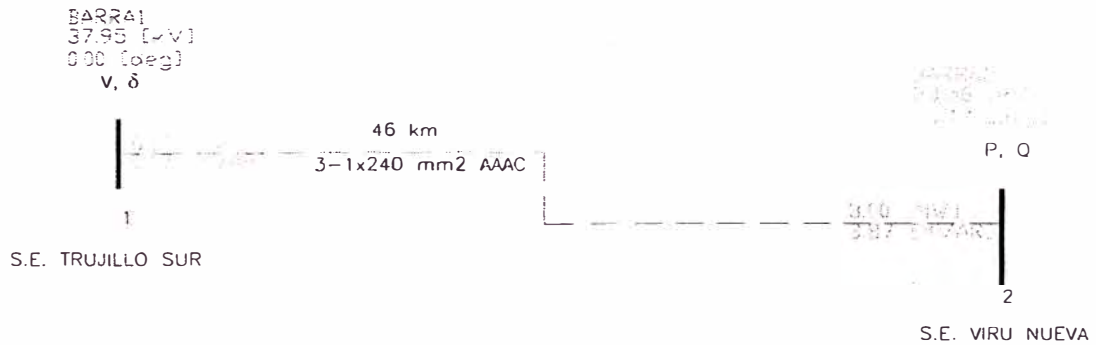
Reporte de barras

Error Barra MW	Red	Zona	Tension				Generacion		Carga	
			kV	pu	deg	tipo	MW	MVAR	MW	MVAR
0.000	1	1	36.225	1.050	0.00	SL	4.128	2.027	0.000	0.000
0.006	1	1	34.155	0.990	-3.34	PQ	0.000	0.000	4.000	1.937

Reporte de lineas/cables

Linea/Cable	Red	Barras	Flujo		Perdidas		Flujo		
			MW	MVAR	MW	MVAR	MVA	Amp	%
LINEA-001	1	BARRA1 BARRA2	4.12	2.09	0.122	0.151	4.62	75.1	13.8
			-4.00	-1.94					

c) Flujo de carga considerando máxima demanda de 8 MW (34,5 kV)



Flujo de carga desacoplado rapido - NewFdc 3.00  
 \*\*\*\*\*

Potencia base : 100.000 MVA  
 Unidades de potencia : MW  
 Tolerancia de convergencia : 0.100 MVA  
 Exponente de carga activa : 0.000  
 Exponente de carga reactiva : 0.000  
 Conversion de barra PV a PQ : Desactivada  
 Control de tension por taps : Desactivado  
 Control de MVAR por taps : Desactivado  
 Control de MW por defasadores : Desactivado

Reporte de barras

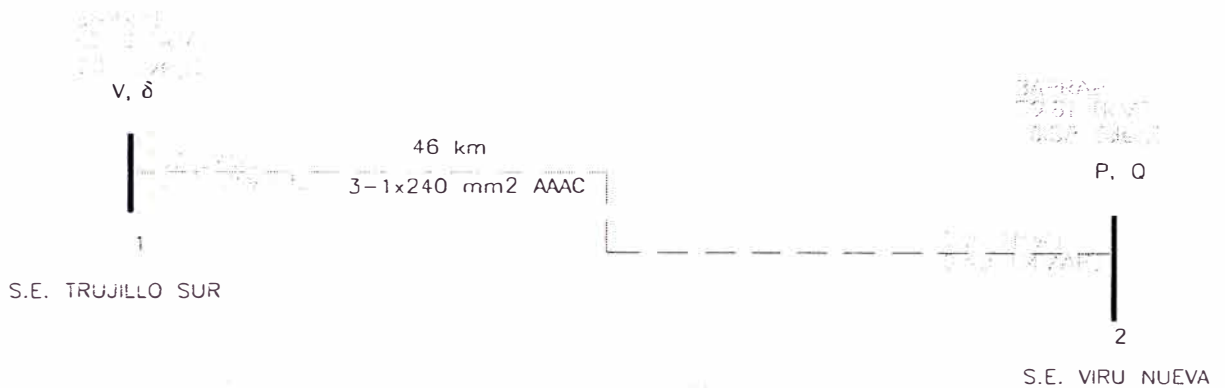
Error Barra MW	Red	Zona	Tension				Generacion		Carga	
			kV	pu	deg	tipo	MW	MVAR	MW	MVAR
0.000	1	1	37.950	1.100	0.00	SL	8.527	5.149	0.000	0.000
0.017	1	1	33.556	0.973	-6.47	PQ	0.000	0.000	8.000	3.875

Reporte de lineas/cables

Linea/Cable	Red	Barras	Flujo		Perdidas		Flujo		
			MW	MVAR	MW	MVAR	MVA	Amp	%
LINEA-001	1	BARRA1	8.51	5.15	0.508	1.276	9.95	153.0	28.1
		BARRA2	-8.00	-3.87					

**4.- PARA CONDUCTOR DE 3-1x240 mm<sup>2</sup> Y NIVEL DE TENSIÓN DE 60 kV**

a) Flujo de carga considerando máxima demanda de 1 MW (60 kV)



Flujo de carga desacoplado rapido - NewFdc 3.00  
\*\*\*\*\*

Potencia base : 100.000 MVA  
 Unidades de potencia : MW  
 Tolerancia de convergencia : 0.100 MVA  
 Exponente de carga activa : 0.000  
 Exponente de carga reactiva : 0.000  
 Conversion de barra PV a PQ : Desactivada  
 Control de tension por taps : Desactivado  
 Control de MVAR por taps : Desactivado  
 Control de MW por defasadores : Desactivado

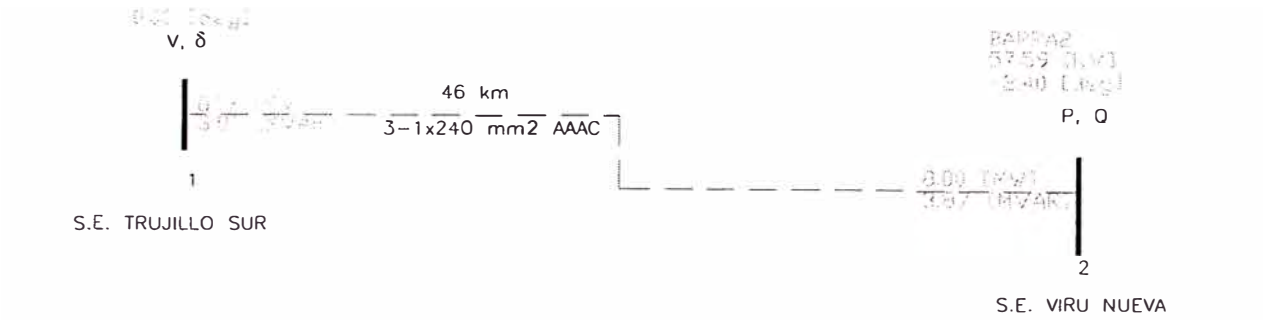
Reporte de barras

Error Barra	Red	Zona	Tension			Generacion		Carga	
			kV	pu	deg tipo	MW	MVAR	MW	MVAR
BARRA1	1	1	60.000	1.000	0.00 SL	1.063	-0.084	0.000	0.000
0.000	0.000								
BARRA2	1	1	59.809	0.997	-0.32 PQ	0.000	0.000	1.000	0.484
0.061	0.017								

Reporte de lineas/cables

Linea/Cable	Red	Barras	Flujo		Perdidas		Flujo		
			MW	MVAR	MW	MVAR	MVA	Amp	%
LINEA-001	1	BARRA1	1.00	-0.10	0.002	-0.585	1.11	10.7	2.0
		BARRA2	-1.00	-0.48					

b) Flujo de carga considerando máxima demanda de 8 MW (60 kV)



Flujo de carga desacoplado rapido - NewFdc 3.00  
 \*\*\*\*\*

Potencia base : 100.000 MVA  
 Unidades de potencia : MW  
 Tolerancia de convergencia : 0.100 MVA  
 Exponente de carga activa : 0.000  
 Exponente de carga reactiva : 0.000  
 Conversion de barra PV a PQ : Desactivada  
 Control de tension por taps : Desactivado  
 Control de MVAR por taps : Desactivado  
 Control de MW por defasadores : Desactivado

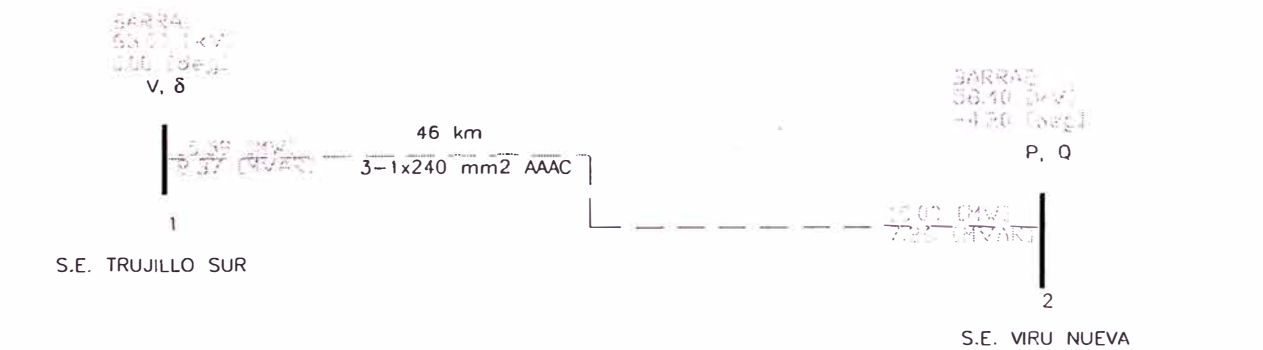
Reporte de barras

Error Barra MW	Red MVAR	Zona	Tension			Generacion		Carga	
			kV	pu	deg tipo	MW	MVAR	MW	MVAR
0.000	0.000	1	60.000	1.000	0.00 SL	8.235	3.828	0.000	0.000
0.063	0.025	1	57.595	0.960	-2.40 PQ	0.000	0.000	8.000	3.875

Reporte de lineas/cables

Linea/Cable	Red	Barras	Flujo		Perdidas		Flujo		
			MW	MVAR	MW	MVAR	MVA	Amp	%
LINEA-001	1	BARRA1 BARRA2	8.17 -8.00	3.80 -3.88	0.170	-0.074	9.01	89.1	16.4

c) Flujo de carga considerando máxima demanda de 15 MW (60 kV)



Flujo de carga desacoplado rapido - NewFdc 3.00  
 \*\*\*\*\*

Potencia base : 100.000 MVA  
 Unidades de potencia : MW  
 Tolerancia de convergencia : 0.100 MVA  
 Exponente de carga activa : 0.000  
 Exponente de carga reactiva : 0.000  
 Conversion de barra PV a PQ : Desactivada  
 Control de tension por taps : Desactivado  
 Control de MVAR por taps : Desactivado  
 Control de MW por defasadores : Desactivado

Reporte de barras

Error Barra MW	Red MVAR	Zona	Tension			Generacion		Carga	
			kV	pu	deg tipo	MW	MVAR	MW	MVAR
BARRA1 0.000	1 0.000	1	63.000	1.050	0.00 SL	15.533	8.383	0.000	0.000
BARRA2 0.044	1 0.008	1	58.396	0.973	-4.20 PQ	0.000	0.000	15.000	7.265

Reporte de lineas/cables

Linea/Cable	Red	Barras	Flujo		Perdidas		Flujo		%
			MW	MVAR	MW	MVAR	MVA	Amp	
LINEA-001	1	BARRA1	15.59	8.37	0.587	1.109	17.70	164.8	30.2
		BARRA2	-15.00	-7.27					

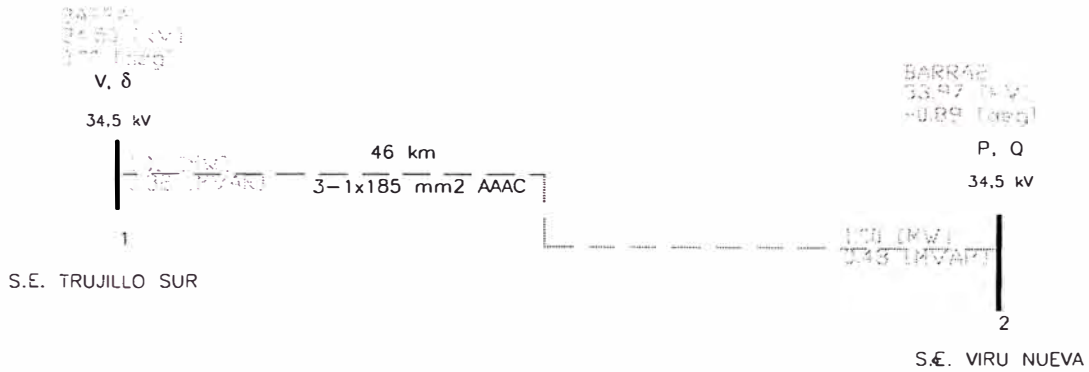
## **ANEXO N° 2: Flujos de carga**

- 1.- PARA CONDUCTOR DE 3-1x185 mm<sup>2</sup> Y NIVEL DE TENSIÓN DE 34,5 kV**
- 2.- PARA CONDUCTOR DE 3-1x185 mm<sup>2</sup> Y NIVEL DE TENSIÓN DE 60 kV**
- 3.- PARA CONDUCTOR DE 3-1x240 mm<sup>2</sup> Y NIVEL DE TENSIÓN DE 34,5 kV**
- 4.- PARA CONDUCTOR DE 3-1x240 mm<sup>2</sup> Y NIVEL DE TENSIÓN DE 60 kV**



# 1.- PARA CONDUCTOR DE 3-1x185 mm<sup>2</sup> Y NIVEL DE TENSIÓN DE 34,5 kV

a) Flujo de carga considerando máxima demanda de 1 MW (34, 5 kV)



Flujo de carga desacoplado rapido - NewFdc 3.00  
\*\*\*\*\*

```

Potencia base           : 100.000 MVA
Unidades de potencia   : MW
Tolerancia de convergencia : 0.100 MVA
Exponente de carga activa : 0.000
Exponente de carga reactiva : 0.000
Conversion de barra PV a PQ : Desactivada
Control de tension por taps : Desactivado
Control de MVAR por taps : Desactivado
Control de MW por defasadores : Desactivado
    
```

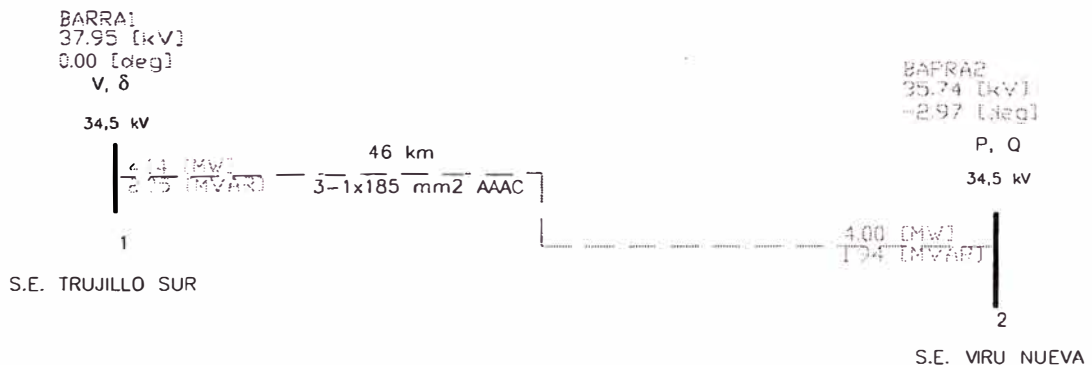
Reporte de barras

Error Barra MW	Red	Zona	Tension			Generacion		Carga	
			kV	pu	deg tipo	MW	MVAR	MW	MVAR
0.000	1	1	34.500	1.000	0.00 SL	1.014	0.366	0.000	0.000
0.004	1	1	33.969	0.985	-0.89 PQ	0.000	0.000	1.000	0.484

Reporte de lineas/cables

Linea/Cable	Red	Barras	Flujo		Perdidas		Flujo		
			MW	MVAR	MW	MVAR	MVA	Amp	%
LINEA-001	1	BARRA1 BARRA2	1.01	0.32	0.009	-0.167	1.11	18.9	4.2
			-1.00	-0.49					

b) Flujo de carga considerando máxima demanda de 4 MW (34, 5 kV)



Flujo de carga desacoplado rapido - NewFdc 3.00  
 \*\*\*\*\*

Potencia base : 100.000 MVA  
 Unidades de potencia : MW  
 Tolerancia de convergencia : 0.100 MVA  
 Exponente de carga activa : 0.000  
 Exponente de carga reactiva : 0.000  
 Conversion de barra PV a PQ : Desactivada  
 Control de tension por taps : Desactivado  
 Control de MVAR por taps : Desactivado  
 Control de MW por defasadores : Desactivado

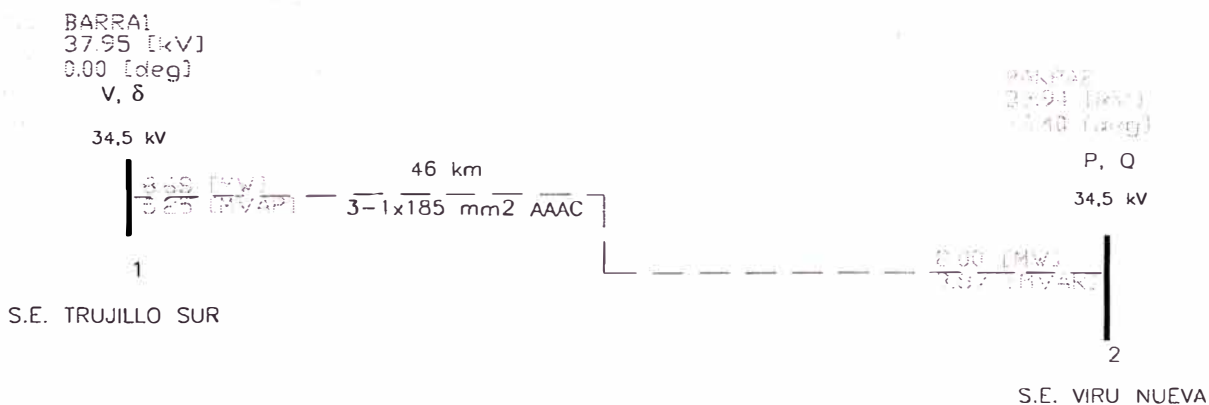
Reporte de barras

Error Barra MW	Red	Zona	Tension			Generacion		Carga	
			kV	pu	deg tipo	MW	MVAR	MW	MVAR
0.000	1	1	37.950	1.100	0.00 SL	4.169	2.049	0.000	0.000
0.027	1	1	35.737	1.036	-2.97 PQ	0.000	0.000	4.000	1.937

Reporte de lineas/cables

Linea/Cable	Red	Barras	Flujo		Perdidas		Flujo		
			MW	MVAR	MW	MVAR	MVA	Amp	%
LINEA-001	1	BARRA1 BARRA2	4.14	2.05	0.141	0.112	4.62	71.8	15.8
			-4.00	-1.94					

c) Flujo de carga considerando máxima demanda de 8 MW (34, 5 kV)



Flujo de carga desacoplado rapido - NewFdc 3.00  
 \*\*\*\*\*

Potencia base : 100.000 MVA  
 Unidades de potencia : MW  
 Tolerancia de convergencia : 0.100 MVA  
 Exponente de carga activa : 0.000  
 Exponente de carga reactiva : 0.000  
 Conversion de barra PV a PQ : Desactivada  
 Control de tension por taps : Desactivado  
 Control de MVAR por taps : Desactivado  
 Control de MW por defasadores : Desactivado

Reporte de barras

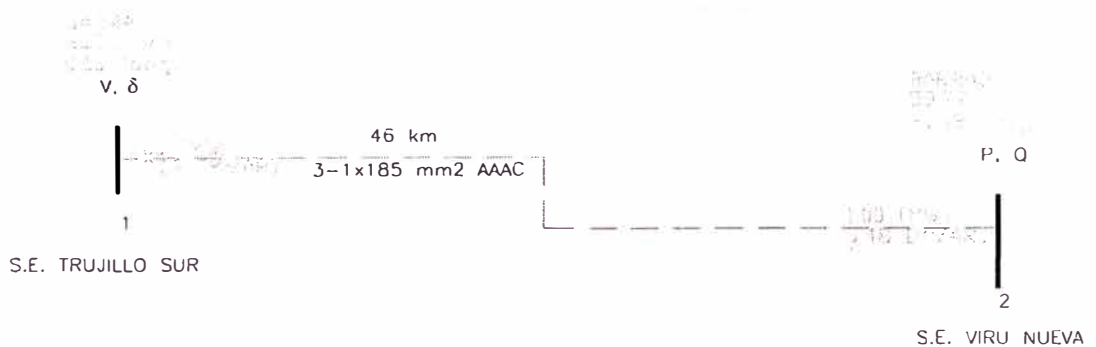
Error Barra MW	Red MVAR	Zona	Tension			Generacion		Carga	
			kV	pu	deg tipo	MW	MVAR	MW	MVAR
BARRA1 0.000	1 0.000	1	37.950	1.100	0.00 SL	8.713	5.246	0.000	0.000
BARRA2 0.037	1 0.000	1	32.944	0.955	-6.40 PQ	0.000	0.000	8.000	3.875

Reporte de lineas/cables

Linea/Cable	Red	Barras	Flujo		Perdidas		Flujo		
			MW	MVAR	MW	MVAR	MVA	Amp	%
LINEA-001	1	BARRA1 BARRA2	8.68 -8.00	5.25 -3.87	0.673	1.371	10.14	155.8	34.3

2.- PARA CONDUCTOR DE 3-1x185 mm<sup>2</sup> Y NIVEL DE TENSION DE 60 kV

a) Flujo de carga considerando máxima demanda de 1 MW (60 kV)



Flujo de carga desacoplado rapido - NewFdc 3.00  
\*\*\*\*\*

Potencia base : 100.000 MVA  
 Unidades de potencia : MW  
 Tolerancia de convergencia : 0.100 MVA  
 Exponente de carga activa : 0.000  
 Exponente de carga reactiva : 0.000  
 Conversion de barra PV a PQ : Desactivada  
 Control de tension por taps : Desactivado  
 Control de MVAR por taps : Desactivado  
 Control de MW por defasadores : Desactivado

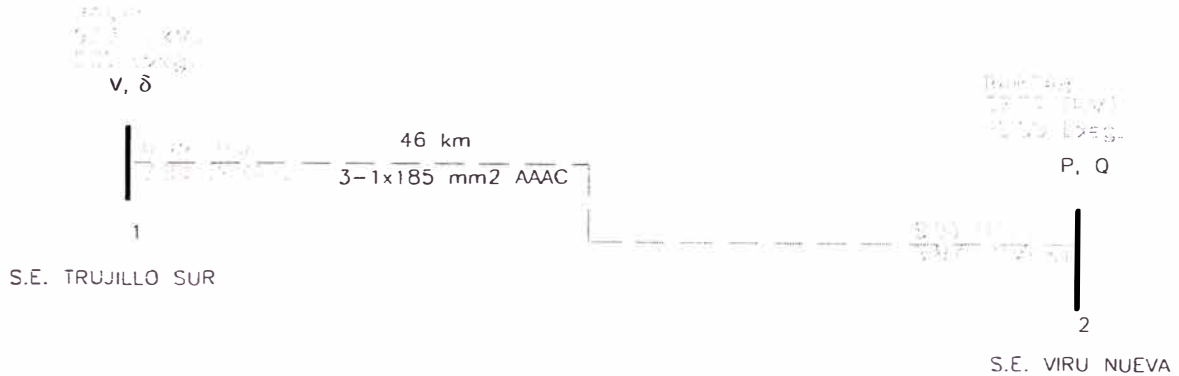
Reporte de barras

Error Barra MW	Red MVAR	Zona	Tension			Generacion		Carga	
			kV	pu	deg tipo	MW	MVAR	MW	MVAR
BARRA1 0.000	1 0.000	1	60.000	1.000	0.00 SL	1.082	-0.061	0.000	0.000
BARRA2 0.079	1 0.027	1	59.772	0.996	-0.32 PQ	0.000	0.000	1.000	0.484

Reporte de lineas/cables

Linea/Cable	Red	Barras	Flujo		Perdidas		Flujo		
			MW	MVAR	MW	MVAR	MVA	Amp	%
LINEA-001	1	BARRA1 BARRA2	1.00 -1.00	-0.09 -0.48	0.003	-0.573	1.11	10.7	2.4

b) Flujo de carga considerando máxima demanda de 8 MW (60 kV)



Flujo de carga desacoplado rapido - NewFdc 3.00  
\*\*\*\*\*

```

Potencia base           : 100.000 MVA
Unidades de potencia    : MW
Tolerancia de convergencia : 0.100 MVA
Exponente de carga activa : 0.000
Exponente de carga reactiva : 0.000
Conversion de barra PV a PQ : Desactivada
Control de tension por taps : Desactivado
Control de MVAR por taps   : Desactivado
Control de MW por defasadores : Desactivado
    
```

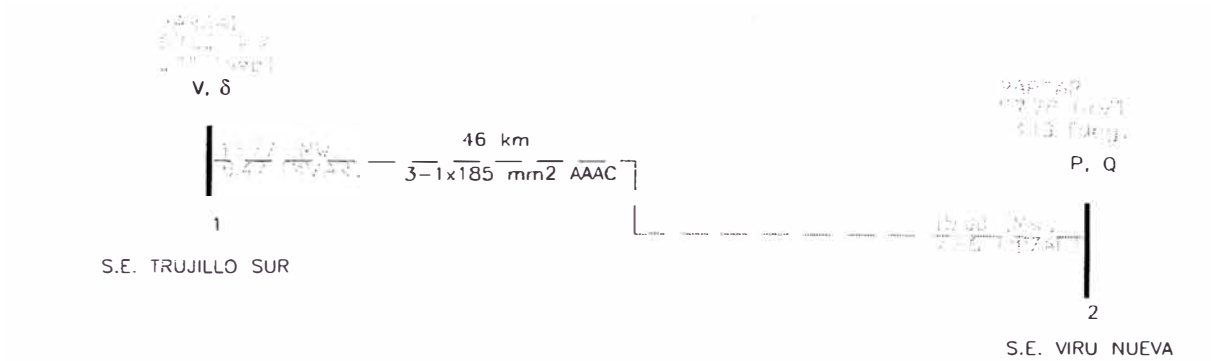
Reporte de barras

Error Barra	Red	Zona	Tension			Generacion		Carga	
			kV	pu	deg tipo	MW	MVAR	MW	MVAR
BARRA1 0.000	1	1	60.000	1.000	0.00 SL	8.218	3.881	0.000	0.000
BARRA2 0.000	1	1	57.274	0.955	-2.35 PQ	0.000	0.000	8.000	3.875

Reporte de lineas/cables

Linea/Cable	Red	Barras	Flujo		Perdidas		Flujo		
			MW	MVAR	MW	MVAR	MVA	Amp	%
LINEA-001	1	BARRA1 BARRA2	8.22 -8.00	3.83 -3.88	0.219	-0.044	9.07	89.6	19.7

c) Flujo de carga considerando máxima demanda de 15 MW (60 kV)



Flujo de carga desacoplado rapido - NewFdc 3.00

\*\*\*\*\*

Potencia base : 100.000 MVA  
 Unidades de potencia : MW  
 Tolerancia de convergencia : 0.100 MVA  
 Exponente de carga activa : 0.000  
 Exponente de carga reactiva : 0.000  
 Conversion de barra PV a PQ : Desactivada  
 Control de tension por taps : Desactivado  
 Control de MVAR por taps : Desactivado  
 Control de MW por defasadores : Desactivado

Reporte de barras

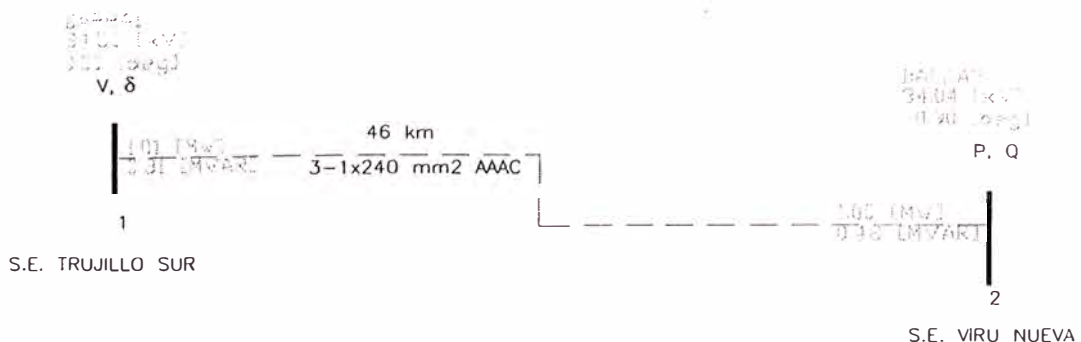
Error Barra MVA	Red	Zona	Tension				Generacion		Carga	
			kV	pu	deg	tipo	MW	MVAR	MW	MVAR
0.000	1	1	63.000	1.050	0.00	SL	15.851	8.491	0.000	0.000
0.080	1	1	57.777	0.963	-4.13	PQ	0.000	0.000	15.000	7.265

Reporte de lineas/cables

Linea/Cable	Red	Barras	Flujo		Perdidas		Flujo MVA	Flujo Amp	%
			MW	MVAR	MW	MVAR			
LINEA-001	1	BARRA1 BARRA2	15.77	8.47	0.765	1.200	17.90	166.6	36.6
			-15.00	-7.27					

3.- PARA CONDUCTOR DE 3-1x240 mm2 Y NIVEL DE TENSION DE 34,5 kV

a) Flujo de carga considerando máxima demanda de 1 MW (34,5 kV)





Flujo de carga desacoplado rapido - NewFdc 3.00  
 \*\*\*\*\*

Potencia base : 100.000 MVA  
 Unidades de potencia : MW  
 Tolerancia de convergencia : 0.100 MVA  
 Exponente de carga activa : 0.000  
 Exponente de carga reactiva : 0.000  
 Conversion de barra PV a PQ : Desactivada  
 Control de tension por taps : Desactivado  
 Control de MVAR por taps : Desactivado  
 Control de MW por defasadores : Desactivado

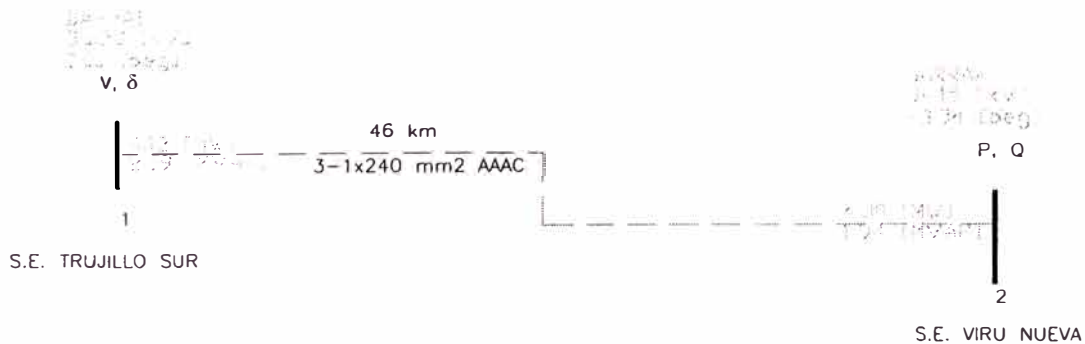
Reporte de barras

Error Barra MW	Red MVAR	Zona	Tension			Generacion		Carga	
			kV	pu	deg tipo	MW	MVAR	MW	MVAR
BARRA1 0.000	1 0.000	1	34.500	1.000	0.00 SL	1.010	0.344	0.000	0.000
BARRA2 0.003	1 0.031	1	34.036	0.987	-0.90 PQ	0.000	0.000	1.000	0.484

Reporte de lineas/cables

Linea/Cable	Red	Barras	Flujo		Perdidas		Flujo		
			MW	MVAR	MW	MVAR	MVA	Amp	%
LINEA-001	1	BARRA1 BARRA2	1.01	0.31	0.007	-0.172	1.11	18.9	3.5
			-1.00	-0.49					

b) Flujo de carga considerando máxima demanda de 4 MW (34,5 kV)



Flujo de carga desacoplado rapido - NewFdc 3.00  
 \*\*\*\*\*

Potencia base : 100.000 MVA  
 Unidades de potencia : MW  
 Tolerancia de convergencia : 0.100 MVA  
 Exponente de carga activa : 0.000  
 Exponente de carga reactiva : 0.000  
 Conversion de barra PV a PQ : Desactivada  
 Control de tension por taps : Desactivado  
 Control de MVAR por taps : Desactivado  
 Control de MW por defasadores : Desactivado

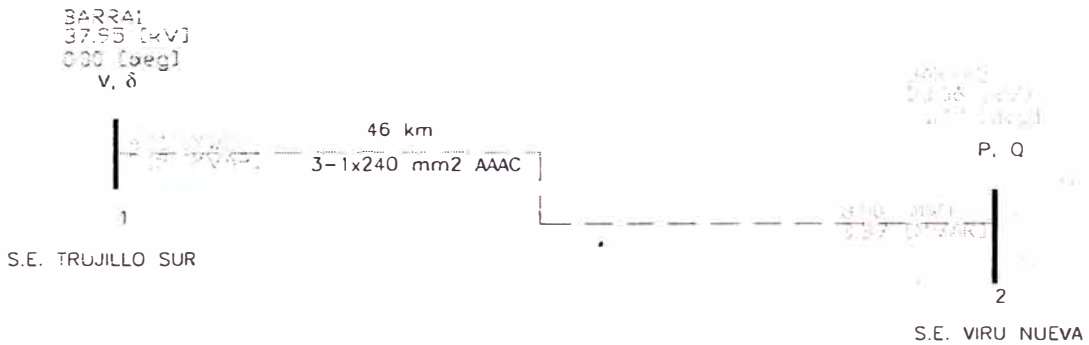
Reporte de barras

Error Barra MW	Red	Zona	Tension			Generacion		Carga	
			kV	pu	deg tipo	MW	MVAR	MW	MVAR
0.000	1	1	36.225	1.050	0.00 SL	4.128	2.027	0.000	0.000
0.006	1	1	34.155	0.990	-3.34 PQ	0.000	0.000	4.000	1.937

Reporte de lineas/cables

Linea/Cable	Red	Barras	Flujo		Perdidas		Flujo		
			MW	MVAR	MW	MVAR	MVA	Amp	%
LINEA-001	1	BARRA1 BARRA2	4.12	2.09	0.122	0.151	4.62	75.1	13.8
			-4.00	-1.94					

c) Flujo de carga considerando máxima demanda de 8 MW (34,5 kV)



Flujo de carga desacoplado rapido - NewFdc 3.00  
\*\*\*\*\*

Potencia base : 100.000 MVA  
 Unidades de potencia : MW  
 Tolerancia de convergencia : 0.100 MVA  
 Exponente de carga activa : 0.000  
 Exponente de carga reactiva : 0.000  
 Conversion de barra PV a PQ : Desactivada  
 Control de tension por taps : Desactivado  
 Control de MVAR por taps : Desactivado  
 Control de MW por defasadores : Desactivado

Reporte de barras

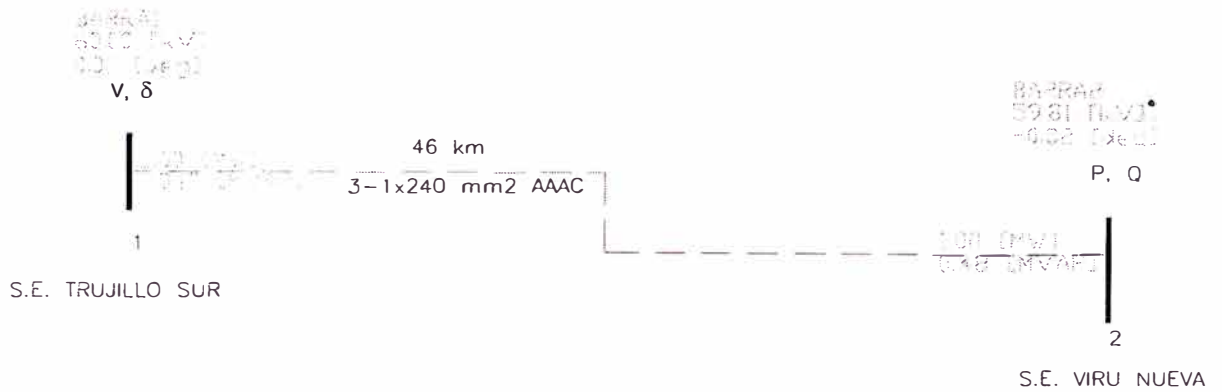
Error Barra MW	Red	Zona	Tension			Generacion		Carga	
			kV	pu	deg tipo	MW	MVAR	MW	MVAR
0.000	1	1	37.950	1.100	0.00 SL	8.527	5.149	0.000	0.000
0.017	1	1	33.556	0.973	-6.47 PQ	0.000	0.000	8.000	3.875

Reporte de lineas/cables

Linea/Cable	Red	Barras	Flujo		Perdidas		Flujo		
			MW	MVAR	MW	MVAR	MVA	Amp	%
LINEA-001	1	BARRA1	8.51	5.15	0.508	1.276	9.95	153.0	28.1
		BARRA2	-8.00	-3.87					

4.- PARA CONDUCTOR DE 3-1x240 mm<sup>2</sup> Y NIVEL DE TENSIÓN DE 60 kV

a) Flujo de carga considerando máxima demanda de 1 MW (60 kV)



Flujo de carga desacoplado rapido - NewFdc 3.00

\*\*\*\*\*

Potencia base : 100.000 MVA  
 Unidades de potencia : MW  
 Tolerancia de convergencia : 0.100 MVA  
 Exponente de carga activa : 0.000  
 Exponente de carga reactiva : 0.000  
 Conversion de barra PV a PQ : Desactivada  
 Control de tension por taps : Desactivado  
 Control de MVAR por taps : Desactivado  
 Control de MW por defasadores : Desactivado

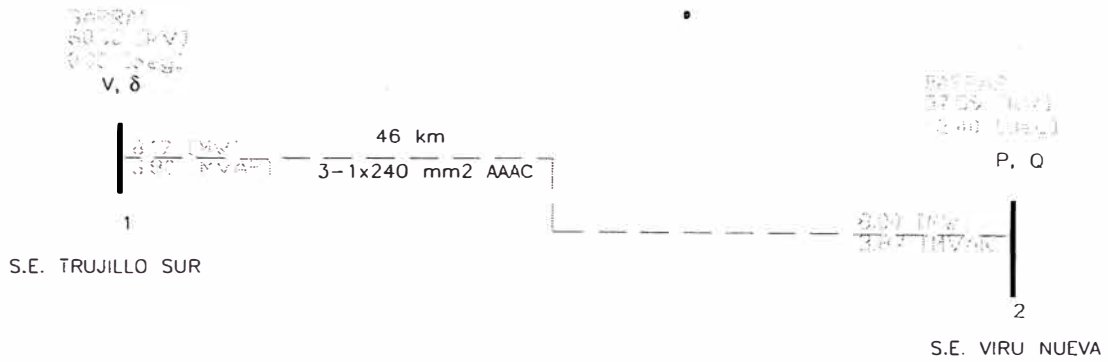
Reporte de barras

Error Barra	Red	Zona	Tension			Generacion		Carga	
			kV	pu	deg tipo	MW	MVAR	MW	MVAR
0.000	1	1	60.000	1.000	0.00 SL	1.063	-0.084	0.000	0.000
0.061	1	1	59.809	0.997	-0.32 PQ	0.000	0.000	1.000	0.484

Reporte de lineas/cables

Linea/Cable	Red	Barras	Flujo		Perdidas		Flujo		
			MW	MVAR	MW	MVAR	MVA	Amp	%
LINEA-001	1	BARRA1	1.00	-0.10	0.002	-0.585	1.11	10.7	2.0
		BARRA2	-1.00	-0.48					

b) Flujo de carga considerando máxima demanda de 8 MW (60 kV)



Flujo de carga desacoplado rapido - NewFdc 3.00  
 \*\*\*\*\*

Potencia base : 100.000 MVA  
 Unidades de potencia : MW  
 Tolerancia de convergencia : 0.100 MVA  
 Exponente de carga activa : 0.000  
 Exponente de carga reactiva : 0.000  
 Conversion de barra PV a PQ : Desactivada  
 Control de tension por taps : Desactivado  
 Control de MVAR por taps : Desactivado  
 Control de MW por defasadores : Desactivado

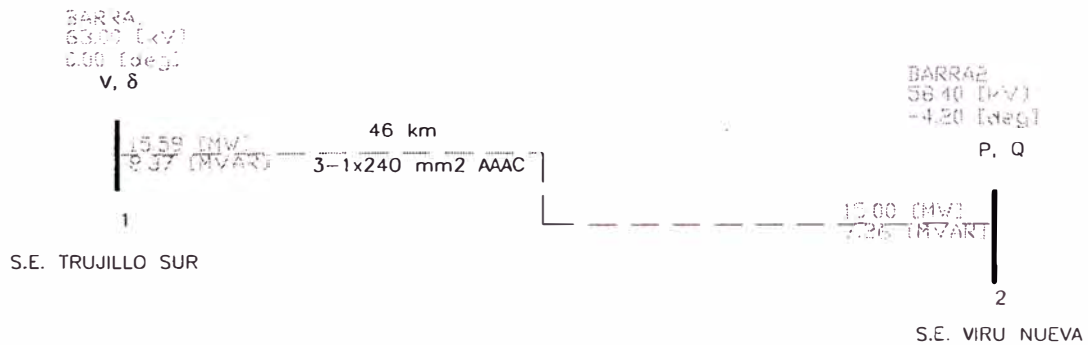
Reporte de barras

Error Barra MW	Red MVAR	Zona	Tension			Generacion		Carga	
			kV	pu	deg tipo	MW	MVAR	MW	MVAR
0.000	0.000	1	60.000	1.000	0.00 SL	8.235	3.828	0.000	0.000
0.063	0.025	1	57.595	0.960	-2.40 PQ	0.000	0.000	8.000	3.875

Reporte de lineas/cables

Linea/Cable	Red	Barras	Flujo		Perdidas		Flujo		
			MW	MVAR	MW	MVAR	MVA	Amp	%
LINEA-001	1	BARRA1 BARRA2	8.17 -8.00	3.80 -3.88	0.170	-0.074	9.01	89.1	16.4

c) Flujo de carga considerando máxima demanda de 15 MW (60 kV)



Flujo de carga desacoplado rapido - NewFdc 3.00

\*\*\*\*\*

Potencia base : 100.000 MVA  
 Unidades de potencia : MW  
 Tolerancia de convergencia : 0.100 MVA  
 Exponente de carga activa : 0.000  
 Exponente de carga reactiva : 0.000  
 Conversion de barra PV a PQ : Desactivada  
 Control de tension por taps : Desactivado  
 Control de MVAR por taps : Desactivado  
 Control de MW por defasadores : Desactivado

Reporte de barras

Error Barra MW	Red MVAR	Zona	Tension			Generacion		Carga	
			kV	pu	deg tipo	MW	MVAR	MW	MVAR
BARRA1	1	1	63.000	1.050	0.00 SL	15.633	8.383	0.000	0.000
0.000	0.000								
BARRA2	1	1	58.396	0.973	-4.20 PQ	0.000	0.000	15.000	7.265
0.044	0.008								

Reporte de lineas/cables

Linea/Cable	Red	Barras	Flujo		Perdidas		Flujo		
			MW	MVAR	MW	MVAR	MVA	Amp	
LINEA-001	1	BARRA1	15.59	8.37	0.587	1.109	17.70	164.8	30.2
		BARRA2	-15.00	-7.27					



**ANEXO N° 3: TABLAS TECNICAS MATERIALES PRINCIPALES DE LA LINEA**

LINEA DE SUBTRANSMISION 60 kV TRUJILLO SUR - VIRU

TABLA DE DATOS TECNICOS

1. POSTES Y CRUCETAS DE MADERA IMPORTADA TRATADA

1.1 Postes

N°	CARACTERISTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO	VALOR OFERTADO
1.0	FABRICANTE			
2.0	ESPECIE FORESTAL		Pino amarillo del Sur	
3.0	GRUPO		D	
4.0	CLASE		1	
5.0	LONGITUD	m(pies)	18,3 (60')	
6.0	DIAMETRO EN LA CABEZA	cm	21,8	
7.0	DIAMETRO EN LA LINEA DE EMPOTRAMIENTO	cm	38,2	
8.0	ESFUERZO MAXIMO DE FLEXION	kg/cm <sup>2</sup>	562	
9.0	CARGA DE ROTURA	kg	2045	
10.0	MODULO DE ELASTICIDAD	kg/cm <sup>2</sup>	124000	
11.0	METODOS DE TRATAMIENTO PRESERVANTE		VACIO-PRESION	
12.0	SUSTANCIA PRESERVANTE		Pentachlorophenol	
13.0	NORMAS DE FABRICACION, TRATAMIENTO Y PRUEBAS		ANSI 05.3 AWPA	
14.0	MASA POR UNIDAD	kg		

LINEA DE SUBTRANSMISION 60 kV TRUJILLO SUR - VIRU

TABLA DE DATOS TECNICOS

1. POSTES Y CRUCETAS DE MADERA IMPORTADA TRATADA

1.1 Postes

N°	CARACTERISTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO	VALOR OFERTADO
1.0	FABRICANTE			
2.0	ESPECIE FORESTAL		Pino amarillo del Sur	
3.0	GRUPO		D	
4.0	CLASE		2	
5.0	LONGITUD	m(pies)	18,3 (60')	
6.0	DIAMETRO EN LA CABEZA	cm	20,2	
7.0	DIAMETRO EN LA LINEA DE EMPOTRAMIENTO	cm	35,8	
8.0	ESFUERZO MAXIMO DE FLEXION	kg/cm <sup>2</sup>	562	
9.0	CARGA DE ROTURA	kg	1682	
10.0	MODULO DE ELASTICIDAD	kg/cm <sup>2</sup>	124000	
11.0	METODOS DE TRATAMIENTO PRESERVANTE		VACIO-PRESION	
12.0	SUSTANCIA PRESERVANTE		Pentachlorophenol	
13.0	NORMAS DE FABRICACION, TRATAMIENTO Y PRUEBAS		ANSI 05.3 AWPA	
14.0	MASA POR UNIDAD	kg		

LINEA DE SUBTRANSMISION 60 kV TRUJILLO SUR - VIRU

TABLA DE DATOS TECNICOS

2. CONDUCTOR AAAC 240 mm<sup>2</sup>

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	REQUERIDO	GARANTIZADO
<b>A</b>	<b>CABLE COMPLETO</b>			
	<u>Características Generales</u>			
1	Tipo		Aleación de Aluminio	
2	Denominación		AAAC 6201	
3	Fabricante			
4	País de fabricación			
5	Normas de fabricación		ASTM/IEC	
	<u>Características Dimensionales</u>			
6	Número de alambres	mm	19	
7	Sección total de Aleación de Aluminio	mm <sup>2</sup>	236,038	
8	Sección de cobre equivalente	mm <sup>2</sup>		
9	Diámetro exterior del conductor	mm <sup>2</sup>	19,95	
10	Sección total	mm <sup>2</sup>	236,038	
	<u>Características Mecánicas</u>			
11	Peso del conductor	kg/m	0,6476	
12	Carga de ruptura mínima a la tracción	kg	7228	
13	Módulo de elasticidad inicial	kg/mm <sup>2</sup>		
14	Módulo de elasticidad final	kg/mm <sup>2</sup>	6350	
15	Coefficiente de dilatación térmica lineal	1/°C	0,000023	
16	Temperatura de operación	°	80	
	<u>Características Eléctricas</u>			
17	Resistencia eléctrica a 20°C C-C	Ohm/km	0,1419	
18	Coeficiencia de resistividad	1/°C		
	<u>Características de Fabricación</u>			
19	Máxima longitud del cable sobre el carrete	m	3 000	
20	Peso máximo de expedición de un carrete			
21	Tolerancia máxima admisible sobre el peso del conductor acabado			
<b>B</b>	<b>ALAMBRES COMPONENTES</b>			
22	Esfuerzo de ruptura mínima a tracción	kg/mm <sup>2</sup>		
23	Alargamiento a rotura (muestras de 250 mm)	%		
24	Conductividad eléctrica	min % IAC S		
25	Resistividad eléctrica	Ohm - mm <sup>2</sup> /m		
<b>C</b>	<b>GRASA DE PROTECCION</b>			
26	Tipo de grasa protectora		Shell Corbula o similar	
27	Cantidad de grasa	gr/m		

LINEA DE SUBTRANSMISION 60 kV TRUJILLO SUR - VIRU

TABLA DE DATOS TECNICOS

5. AISLADORES

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	REQUERIDO	GARANTIZADO
	1. Tipo de aislador 2. Fabricante 3. País de fabricación 4. Normas de fabricación y prueba		Antigog	
A.	<b>CARACTERISTICAS DIMENSIONALES</b>			
	5. Diámetro mínimo de la parte aislante	mm	254	
	6. Altura	mm	146	
	7. Tipo de acoplamiento normalizado (CEI 120-16mm A)		Casquillo - Bola	
	8. Diámetro del perno	mm		
	9. Espesor mínimo del material aislante	mm		
	10. Longitud de la Línea de fuga	mm	>430	
	11. Longitud de la línea de fuga protegida	mm		
	12. Peso total	N		
B.	<b>CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES</b>			
	<b>Material aislante:</b>		Porcelana	
	13. Constante dieléctrica			
	14. Angulo de pérdida			
	15. Rigidez dieléctrica	kV/cm		
	16. Coeficiente de dilatación térmica	1/°C		
	17. Conductibilidad térmica	Cal/cm.S°C		
	<b>Herrajes</b>			
	18. Material		Acero forjado	
	19. Norma de galvanizado		ASTM A153	
	20. Espesor mínimo de galvanizado	um	180	
	21. Material del ánodo de sacrificio		Zinc	
C.	<b>CARACTERISTICAS MECANICAS</b>			
	22. Resistencia electromecánica combinada	kN	82	
D.	<b>CARACTERISTICAS ELECTRICAS</b>			
	23. Tensión disruptiva a baja frecuencia:			
	- En seco para 60 s a frecuencia industrial	kV	100	
	- Bajo lluvia para 60 s a frecuencia industrial	kV	60	
	23. Tensión disruptiva crítica al impulso:			
	- Positiva	KV	150	
	- Negativa	kV	160	
	24. Tensión de perforación	kV	130	



LINEA DE SUBTRANSMISION 60 KV TRUJILLO SUR - VIRU

TABLA DE DATOS TECNICOS

5. AISLADORES

5.1 TIPO SUSPENSION Y ANCLAJE

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	REQUERIDO	GARANTIZADO
	1. Tipo de aislador 2. Fabricante 3. País de fabricación 4. Normas de fabricación y prueba		Antigog	
<b>A.</b>	<b>CARACTERISTICAS DIMENSIONALES</b>			
	5. Diámetro mínimo de la parte aislante	mm	254	
	6. Altura	mm	146	
	7. Tipo de acoplamiento normalizado (CEI 120-16mm A)		Casquillo - Bola	
	8. Diámetro del perno	mm		
	9. Espesor mínimo del material aislante	mm		
	10. Longitud de la Línea de fuga	mm	>430	
	11. Longitud de la línea de fuga protegida	mm		
	12. Peso total	N		
<b>B.</b>	<b>CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES</b>			
	<b>Material aislante:</b>		Porcelana	
	13. Constante dieléctrica			
	14. Angulo de pérdida			
	15. Rigidez dieléctrica	kV/cm		
	16. Coeficiente de dilatación térmica	1/°C		
	17. Conductibilidad térmica	Cal/cm.S°C		
	<b>Herrajes</b>			
	18. Material		Acero forjado	
	19. Norma de galvanizado		ASTM A153	
	20. Espesor mínimo de galvanizado	um	180	
	21. Material del ánodo de sacrificio		Zinc	
<b>C.</b>	<b>CARACTERISTICAS MECANICAS</b>			
	22. Resistencia electromecánica combinada	kN	82	
<b>D.</b>	<b>CARACTERISTICAS ELECTRICAS</b>			
	23. Tensión disruptiva a baja frecuencia:			
	- En seco para 60 s a frecuencia industrial	kV	100	
	- Bajo lluvia para 60 s a frecuencia industrial	kV	60	
	23. Tensión disruptiva critica al impulso:			
	- Positiva	KV	150	
	- Negativa	kV	160	
	24. Tensión de perforación	kV	130	

LINEA DE SUBTRANSMISIÓN 60 KV TRUJILLO SUR - VIRU

TABLA DE DATOS TECNICOS

5. AISLADORES

5.2 TIPO LINE POST

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	REQUERIDO	GARANTIZADO
	1. Tipo de aislador 2. Fabricante 3. Pais de fabricación 4. Normas de fabricación y prueba		Line post. horizontal	
<b>A.</b>	<b>CARACTERISTICAS DIMENSIONALES</b>			
	5. Longitud mínima	mm	1041	
	6. Diámetro mínimo	mm	197	
	7. Tipo de acoplamiento normalizado (CEI 120-16mm A)		Casquillo - Bola	
	8. Diámetro del perno	mm		
	9. Espesor mínimo del material aislante	mm		
	10. Longitud de la Linea de fuga (mínima)	mm	2085	
	11. Longitud de la línea de fuga protegida	mm		
	12. Peso total	N		
<b>B.</b>	<b>CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES</b>			
	<b>Material aislante:</b>		Porcelana	
	13. Constante dieléctrica			
	14. Angulo de pérdida			
	15. Rigidez dieléctrica	kV/cm		
	16. Coeficiente de dilatación térmica	1/°C		
	17. Conductibilidad térmica	Cal/cm.S°C		
	<b>Herrajes</b>			
	18. Material		Acero forjado	
	19. Norma de galvanizado		ASTM A153	
	20. Espesor mínimo de galvanizado	um	180	
<b>C.</b>	<b>CARACTERISTICAS MECANICAS</b>			
	21. Carga de trabajo en Cantilever	kN	8	
	22. Carga de trabajo en tensión	kN	8	
<b>D.</b>	<b>CARACTERISTICAS ELECTRICAS</b>			
	23. Tensión disruptiva a baja frecuencia:			
	- En seco	kV	260	
	- Bajo lluvia	kV	230	
	23. Tensión disruptiva critica al impulso:			
	- Positiva	KV	525	
	- Negativa	kV	660	

**ANEXO N° 4: RESULTADOS CALCULOS JUSTIFICATIVOS**

**HIDRANDINA S.A.**PROYECTO: LST 60 kV SE TRUJILLO SUR -SE VIRU**CÁLCULO MECÁNICO DE CONDUCTOR DE 240 mm<sup>2</sup> AAAC**

HIPÓTESIS I EDS T=20°C, S/V, EDS=16.6%Trotura  
 HIPÓTESIS II Máximo Esfuerzo c/v T= 12°C, V=70.00 km/h, TMax=60% Trotura  
 HIPÓTESIS III Máximo Esfuerzo s/v T= 10°C,Hielo=0mm, V=0 km/h, TMax=60% Trotura  
 HIPÓTESIS IV Flecha Máxima T= 62°C, V=0 km/h, TMax=60% Trotura

Conductor: AAAC

Sección: 236 mm<sup>2</sup>

Peso: 0,648 kg/m

Diametro: 19,95 mm

T. Ruptura( kg)

7228

Vano	Desnivel (m)	Hipótesis I			Hipótesis II			Hipótesis III			Hipótesis IV		
		TiroH(Kg)	TMax(Kg)	Flecha(m)	TiroH(Kg)	TMax(Kg)	Flecha(m)	TiroH(Kg)	TMax(Kg)	Flecha(m)	TiroH(Kg)	TMax(Kg)	Flecha(m)
10	0	1177.11	1177.11	0.01	1429.23	1429.24	0.01	1491.55	1491.55	0.01	98.96	99.02	0.08
20	0	1177.11	1177.12	0.03	1429.38	1429.4	0.03	1489.58	1489.6	0.02	172.38	172.5	0.19
30	0	1177.11	1177.15	0.06	1429.62	1429.67	0.06	1486.35	1486.38	0.05	234.37	234.58	0.31
40	0	1177.11	1177.18	0.11	1429.95	1430.04	0.11	1481.9	1481.95	0.09	289.06	289.35	0.45
50	0	1177.11	1177.22	0.17	1430.35	1430.49	0.18	1476.31	1476.4	0.14	338.36	338.75	0.6
60	0	1177.11	1177.27	0.25	1430.82	1431.02	0.25	1469.67	1469.8	0.2	383.39	383.89	0.76
70	0	1177.11	1177.33	0.34	1431.34	1431.62	0.34	1462.1	1462.28	0.27	424.87	425.48	0.94
80	0	1177.11	1177.39	0.44	1431.91	1432.27	0.45	1453.73	1453.96	0.36	463.31	464.04	1.12
90	0	1177.11	1177.47	0.56	1432.51	1432.97	0.57	1444.67	1444.97	0.46	499.07	499.93	1.32
100	0	1177.11	1177.56	0.69	1433.14	1433.7	0.7	1435.08	1435.45	0.57	532.46	533.45	1.53
110	0	1177.11	1177.65	0.84	1433.77	1434.45	0.85	1425.08	1425.53	0.69	563.7	564.84	1.75
120	0	1177.11	1177.75	1	1434.42	1435.22	1.01	1414.82	1415.36	0.83	593	594.28	1.98
130	0	1177.11	1177.87	1.17	1435.06	1436	1.18	1404.43	1405.06	0.98	620.51	621.96	2.22
140	0	1177.11	1177.99	1.36	1435.69	1436.78	1.37	1394.01	1394.75	1.14	646.39	648	2.47
150	0	1177.11	1178.12	1.56	1436.31	1437.56	1.57	1383.68	1384.54	1.32	670.75	672.53	2.73
160	0	1177.11	1178.26	1.77	1436.91	1438.34	1.79	1373.53	1374.51	1.52	693.71	695.66	3
170	0	1177.11	1178.41	2	1437.49	1439.1	2.01	1363.63	1364.75	1.72	715.36	717.5	3.29
180	0	1177.11	1178.56	2.24	1438.05	1439.85	2.26	1354.05	1355.31	1.95	735.79	738.13	3.59
190	0	1177.11	1178.73	2.5	1438.58	1440.6	2.51	1344.83	1346.25	2.18	755.1	757.63	3.89
200	0	1177.11	1178.91	2.77	1439.09	1441.32	2.79	1336	1337.59	2.44	773.34	776.08	4.21
210	0	1177.11	1179.09	3.05	1439.58	1442.04	3.07	1327.59	1329.35	2.7	790.59	793.55	4.54
220	0	1177.11	1179.28	3.35	1440.04	1442.74	3.37	1319.6	1321.55	2.99	806.91	810.09	4.88
230	0	1177.11	1179.49	3.66	1440.48	1443.43	3.68	1312.05	1314.18	3.28	822.36	825.77	5.24
240	0	1177.11	1179.7	3.98	1440.9	1444.11	4.01	1304.91	1307.25	3.59	836.99	840.64	5.6
250	0	1177.11	1179.92	4.32	1441.29	1444.77	4.35	1298.2	1300.75	3.92	850.86	854.75	5.98
260	0	1177.11	1180.15	4.68	1441.66	1445.43	4.7	1291.88	1294.65	4.26	864	868.15	6.37
270	0	1177.11	1180.39	5.04	1442.01	1446.07	5.07	1285.95	1288.95	4.61	876.47	880.88	6.77
280	0	1177.11	1180.64	5.42	1442.34	1446.71	5.45	1280.38	1283.63	4.98	888.3	892.98	7.19
290	0	1177.11	1180.89	5.82	1442.66	1447.34	5.84	1275.16	1278.66	5.37	899.53	904.49	7.62
300	0	1177.11	1181.16	6.23	1442.95	1447.97	6.25	1270.27	1274.03	5.77	910.19	915.44	8.05
310	0	1177.11	1181.43	6.65	1443.23	1448.58	6.68	1265.69	1269.71	6.18	920.33	925.86	8.51

**HIDRANDINA S.A.**

PROYECTO: **LST 60 kV SE TRUJILLO SUR -SE VIRU**

**CÁLCULO MECÁNICO DE CONDUCTOR DE 240 mm² AAAC**

HIPÓTESIS I EDS T=20°C, S/V, EDS=16.6%Trotura  
 HIPÓTESIS II Máximo Esfuerzo c/v T= 12°C, V=70.00 km/h, TMax=60% Trotura  
 HIPÓTESIS III Máximo Esfuerzo s/v T= 10°C,Hielo=0mm, V=0 km/h, TMax=60% Trotura  
 HIPÓTESIS IV Flecha Máxima T= 62°C, V=0 km/h, TMax=60% Trotura

Conductor: AAAC Sección: 236 mm² Peso: 0,648 kg/m Diametro: 19,95 mm T. Ruptura( kg) 7228

Vano	Desnivel (m)	Hipótesis I			Hipótesis II			Hipótesis III			Hipótesis IV		
		TiroH(Kg)	TMax(Kg)	Flecha(m)	TiroH(Kg)	TMax(Kg)	Flecha(m)	TiroH(Kg)	TMax(Kg)	Flecha(m)	TiroH(Kg)	TMax(Kg)	Flecha(m)
320	0	1177.11	1181.72	7.08	1443.5	1449.2	7.11	1261.39	1265.69	6.61	929.96	935.8	8.97
330	0	1177.11	1182.01	7.53	1443.74	1449.81	7.56	1257.36	1261.96	7.05	939.12	945.27	9.45
340	0	1177.11	1182.31	8	1443.98	1450.41	8.03	1253.59	1258.48	7.51	947.84	954.3	9.94
350	0	1177.11	1182.62	8.48	1444.2	1451.02	8.5	1250.05	1255.24	7.98	956.13	962.93	10.44
360	0	1177.11	1182.94	8.97	1444.41	1451.62	9	1246.72	1252.24	8.47	964.03	971.16	10.95
370	0	1177.11	1183.27	9.47	1444.61	1452.22	9.5	1243.6	1249.44	8.97	971.56	979.03	11.48
380	0	1177.11	1183.61	9.99	1444.79	1452.83	10.02	1240.67	1246.84	9.48	978.73	986.56	12.02
390	0	1177.11	1183.96	10.53	1444.97	1453.43	10.56	1237.92	1244.43	10.01	985.57	993.76	12.58
400	0	1177.11	1184.31	11.07	1445.14	1454.04	11.1	1235.32	1242.19	10.55	992.1	1000.65	13.14
410	0	1177.11	1184.68	11.63	1445.3	1454.65	11.67	1232.88	1240.11	11.11	998.32	1007.26	13.72
420	0	1177.11	1185.05	12.21	1445.45	1455.26	12.24	1230.58	1238.19	11.68	1004.27	1013.59	14.32
430	0	1177.11	1185.44	12.8	1445.59	1455.88	12.83	1228.42	1236.4	12.26	1009.95	1019.67	14.92
440	0	1177.11	1185.83	13.4	1445.73	1456.49	13.43	1226.37	1234.74	12.86	1015.38	1025.5	15.54
450	0	1177.11	1186.23	14.02	1445.86	1457.12	14.05	1224.44	1233.21	13.47	1020.57	1031.1	16.17
460	0	1177.11	1186.64	14.65	1445.98	1457.75	14.68	1222.61	1231.79	14.1	1025.53	1036.48	16.82
470	0	1177.11	1187.06	15.29	1446.09	1458.38	15.33	1220.88	1230.48	14.74	1030.28	1041.66	17.48
480	0	1177.11	1187.49	15.95	1446.2	1459.02	15.99	1219.25	1229.27	15.4	1034.83	1046.64	18.15
490	0	1177.11	1187.93	16.62	1446.31	1459.66	16.66	1217.7	1228.16	16.07	1039.18	1051.45	18.84
500	0	1177.11	1188.38	17.31	1446.41	1460.31	17.34	1216.23	1227.14	16.75	1043.35	1056.07	19.54



**TABLA DE TENSADO DEL CONDUCTOR**

CONDUCTOR : AAAC-240 mm<sup>2</sup> , Engrasado

HIPOTESIS I	Vel.Viento (Km/h) :	Temperatura (°C) :	% Tiro EDS :
EDS	0	20	18

N°	Armado	VIR (m)	Vano (m)	Desnivel(m)	Temp(°C)->	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
1	Qa	93.69	100	0.18	Tiro Der.(Kg)	1549.86	1493.63	1438.12	1383.41	1329.58	1276.74	1224.99	1174.45	1125.23	1077.46	1031.25
					Flecha(m)	0.53	0.54	0.57	0.59	0.61	0.64	0.66	0.69	0.72	0.76	0.79
					Tiro H.(Kg)	1549.57	1493.34	1437.81	1383.08	1329.24	1276.38	1224.61	1174.05	1124.82	1077.02	1030.79
2	S1	93.69	90	-0.12	Tiro Izq.(Kg)	1549.97	1493.75	1438.24	1383.53	1329.7	1276.86	1225.11	1174.56	1125.35	1077.58	1031.37
					Tiro Der.(Kg)	1549.89	1493.66	1438.15	1383.43	1329.6	1276.75	1225	1174.46	1125.24	1077.46	1031.25
					Flecha(m)	0.43	0.44	0.46	0.48	0.5	0.52	0.54	0.56	0.59	0.61	0.64
3	S1	93.69	90	4.2	Tiro H.(Kg)	1549.57	1493.34	1437.81	1383.08	1329.24	1276.38	1224.61	1174.05	1124.82	1077.02	1030.79
					Tiro Izq.(Kg)	1549.81	1493.59	1438.07	1383.36	1329.53	1276.68	1224.93	1174.38	1125.16	1077.39	1031.17
					Tiro Der.(Kg)	1550.17	1493.88	1438.31	1383.53	1329.64	1276.74	1224.93	1174.33	1125.06	1077.23	1030.97
4	HA2	132.94	130	-3.65	Flecha(m)	0.43	0.44	0.46	0.48	0.5	0.52	0.54	0.56	0.59	0.61	0.64
					Tiro H.(Kg)	1549.57	1493.34	1437.81	1383.08	1329.24	1276.38	1224.61	1174.05	1124.82	1077.02	1030.79
					Tiro Izq.(Kg)	1552.9	1496.62	1441.05	1386.27	1332.38	1279.48	1227.67	1177.07	1127.79	1079.96	1033.7
4	HA2	132.94	130	-3.65	Tiro Der.(Kg)	1517.65	1467.57	1418.57	1370.72	1324.1	1278.78	1234.82	1192.29	1151.25	1111.73	1073.79
					Flecha(m)	0.91	0.94	0.97	1.01	1.04	1.08	1.12	1.16	1.2	1.24	1.28
					Tiro H.(Kg)	1515.27	1465.19	1416.19	1368.34	1321.71	1276.38	1232.42	1189.88	1148.83	1109.3	1071.34
5	S1	132.94	135.69	-1.05	Tiro Izq.(Kg)	1515.27	1465.19	1416.19	1368.34	1321.72	1276.4	1232.44	1189.91	1148.87	1109.36	1071.41
					Tiro Der.(Kg)	1516.3	1466.24	1417.26	1369.43	1322.83	1277.53	1233.59	1191.08	1150.05	1110.55	1072.62
					Flecha(m)	0.99	1.02	1.06	1.1	1.13	1.17	1.22	1.26	1.3	1.35	1.4
6	Qa1	30	30	4.77	Tiro H.(Kg)	1515.27	1465.19	1416.19	1368.34	1321.71	1276.38	1232.42	1189.88	1148.83	1109.3	1071.34
					Tiro Izq.(Kg)	1515.61	1465.56	1416.58	1368.75	1322.15	1276.84	1232.9	1190.39	1149.37	1109.87	1071.94
					Tiro Der.(Kg)	570.34	520.4	473.71	430.79	392.02	357.58	327.43	301.3	278.78	259.4	242.7
7	HA2	100	100	-0.15	Flecha(m)	0.13	0.14	0.16	0.17	0.19	0.21	0.23	0.25	0.27	0.29	0.31
					Tiro H.(Kg)	564.72	515.4	469.28	426.87	388.57	354.55	324.76	298.94	276.69	257.54	241.03
					Tiro Izq.(Kg)	573.44	523.5	476.82	433.89	395.12	360.68	330.53	304.4	281.88	262.5	245.8
7	HA2	100	100	-0.15	Tiro Der.(Kg)	1544.81	1489.48	1434.93	1381.24	1328.52	1276.85	1226.34	1177.1	1129.23	1082.86	1038.08
					Flecha(m)	0.53	0.55	0.57	0.59	0.61	0.64	0.66	0.69	0.72	0.75	0.78
					Tiro H.(Kg)	1544.41	1489.07	1434.51	1380.81	1328.07	1276.38	1225.85	1176.59	1128.71	1082.32	1037.52
8	HA2	115.65	112.53	-3.33	Tiro Izq.(Kg)	1544.71	1489.38	1434.83	1381.15	1328.42	1276.75	1226.24	1177	1129.14	1082.76	1037.98
					Tiro Der.(Kg)	1533.12	1480.16	1428.14	1377.13	1327.24	1278.55	1231.14	1185.12	1140.56	1097.54	1056.13
					Flecha(m)	0.67	0.7	0.72	0.75	0.78	0.81	0.84	0.87	0.91	0.94	0.98
9	S1	115.65	130.12	0.8	Tiro H.(Kg)	1530.93	1477.98	1425.96	1374.96	1325.07	1276.38	1228.98	1182.95	1138.39	1095.36	1053.95
					Tiro Izq.(Kg)	1530.95	1477.99	1425.97	1374.97	1325.07	1276.38	1228.98	1182.95	1138.39	1095.37	1053.97
					Tiro Der.(Kg)	1531.28	1478.35	1426.36	1375.38	1325.51	1276.85	1229.47	1183.47	1138.94	1095.94	1054.56
10	S1	115.65	130.12	0.8	Flecha(m)	0.9	0.93	0.97	1	1.04	1.08	1.12	1.16	1.21	1.26	1.31
					Tiro H.(Kg)	1530.93	1477.98	1425.96	1374.96	1325.07	1276.38	1228.98	1182.95	1138.39	1095.36	1053.95
					Tiro Izq.(Kg)	1531.8	1478.87	1426.88	1375.9	1326.03	1277.37	1229.99	1183.99	1139.46	1096.46	1055.08

**TABLA DE TENSADO DEL CONDUCTOR**

CONDUCTOR : AAAC-240 mm<sup>2</sup> , Engrasado

HIPOTESIS I	Vel.Viento (Km/h) :	Temperatura (°C) :	% Tiro EDS :
EDS	0	20	18

N°	Armado	VIR (m)	Vano (m)	Desnivel(m)	Temp(°C)->	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
10	S1	115.65	97.13	-2.27	Tiro Der.(Kg)	1532.41	1479.46	1427.44	1376.44	1326.55	1277.86	1230.46	1184.43	1139.87	1096.86	1055.45
					Flecha(m)	0.5	0.52	0.54	0.56	0.58	0.6	0.62	0.65	0.67	0.7	0.73
					Tiro H.(Kg)	1530.93	1477.98	1425.96	1374.96	1325.07	1276.38	1228.98	1182.95	1138.39	1095.36	1053.95
11	Qa2	20	20	0	Tiro Izq.(Kg)	1530.93	1477.98	1425.96	1374.96	1325.07	1276.38	1228.98	1182.96	1138.4	1095.38	1053.97
					Tiro Der.(Kg)	1589.38	1526.69	1464.03	1401.42	1338.87	1276.4	1214	1151.71	1089.55	1027.55	965.74
					Flecha(m)	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
12	Qa2	142.71	143	-0.56	Tiro H.(Kg)	1589.37	1526.67	1464.01	1401.41	1338.86	1276.38	1213.99	1151.7	1089.53	1027.53	965.72
					Tiro Izq.(Kg)	1589.38	1526.69	1464.03	1401.42	1338.87	1276.4	1214	1151.71	1089.55	1027.55	965.74
					Tiro Der.(Kg)	1507.15	1458.8	1411.59	1365.58	1320.83	1277.42	1235.39	1194.79	1155.65	1118.01	1081.89
13	S1	142.71	142.41	-2.44	Flecha(m)	1.1	1.14	1.18	1.22	1.26	1.3	1.35	1.39	1.44	1.49	1.54
					Tiro H.(Kg)	1506.23	1457.86	1410.63	1364.59	1319.82	1276.38	1234.32	1193.69	1154.52	1116.85	1080.7
					Tiro Izq.(Kg)	1506.78	1458.43	1411.22	1365.21	1320.47	1277.06	1235.02	1194.42	1155.29	1117.65	1081.53
14	Qa2	30	30	0	Tiro Der.(Kg)	1507.96	1459.61	1412.39	1366.37	1321.62	1278.2	1236.17	1195.56	1156.42	1118.77	1082.65
					Flecha(m)	1.1	1.13	1.17	1.21	1.25	1.29	1.34	1.38	1.43	1.48	1.53
					Tiro H.(Kg)	1506.23	1457.86	1410.63	1364.59	1319.82	1276.38	1234.32	1193.69	1154.52	1116.85	1080.7
15	Qa2	123.39	123.39	0	Tiro Izq.(Kg)	1506.37	1458.02	1410.8	1364.78	1320.04	1276.61	1234.58	1193.97	1154.83	1117.18	1081.06
					Tiro Der.(Kg)	669.01	614.93	563.03	513.81	467.83	425.57	387.43	353.57	323.94	298.26	276.14
					Flecha(m)	0.11	0.12	0.13	0.14	0.16	0.17	0.19	0.21	0.23	0.25	0.27
16	Qa2	40	40	0	Tiro H.(Kg)	668.94	614.85	562.95	513.72	467.73	425.46	387.31	353.44	323.79	298.1	275.97
					Tiro Izq.(Kg)	669.01	614.93	563.03	513.81	467.83	425.57	387.43	353.57	323.94	298.26	276.14
					Tiro Der.(Kg)	1524.52	1472.85	1422.18	1372.59	1324.18	1277.01	1231.18	1186.76	1143.81	1102.42	1062.61
17	Qa2	160.81	160.81	-1	Flecha(m)	0.81	0.84	0.87	0.9	0.94	0.97	1.01	1.04	1.08	1.12	1.17
					Tiro H.(Kg)	1523.99	1472.3	1421.61	1372.01	1323.57	1276.38	1230.52	1186.08	1143.11	1101.68	1061.85
					Tiro Izq.(Kg)	1524.52	1472.85	1422.18	1372.59	1324.18	1277.01	1231.18	1186.76	1143.81	1102.42	1062.61
18	Qa2	30	30	0	Tiro Der.(Kg)	510.52	472.45	437.92	406.91	379.28	354.79	333.15	314.03	297.13	282.14	268.8
					Flecha(m)	0.26	0.28	0.3	0.32	0.34	0.37	0.39	0.42	0.44	0.46	0.49
					Tiro H.(Kg)	510.36	472.27	437.72	406.7	379.05	354.55	332.89	313.76	296.84	281.84	268.49
19	Qa2	160.81	160.81	-1	Tiro Izq.(Kg)	510.52	472.45	437.92	406.91	379.28	354.79	333.15	314.03	297.13	282.14	268.8
					Tiro Der.(Kg)	1490.75	1445.65	1401.76	1359.13	1317.8	1277.8	1239.18	1201.94	1166.11	1131.68	1098.66
					Flecha(m)	1.41	1.46	1.5	1.55	1.6	1.65	1.7	1.75	1.81	1.86	1.92
18	Qa2	30	30	0	Tiro H.(Kg)	1489.48	1444.35	1400.43	1357.77	1316.41	1276.38	1237.72	1200.45	1164.58	1130.12	1097.06
					Tiro Izq.(Kg)	1490.1	1445	1401.11	1358.48	1317.15	1277.15	1238.53	1201.29	1165.45	1131.03	1098.01
					Tiro Der.(Kg)	669.01	614.93	563.03	513.81	467.83	425.57	387.43	353.57	323.94	298.26	276.14
19	Qa2	30	30	0	Flecha(m)	0.11	0.12	0.13	0.14	0.16	0.17	0.19	0.21	0.23	0.25	0.27
					Tiro H.(Kg)	668.94	614.85	562.95	513.72	467.73	425.46	387.31	353.44	323.79	298.1	275.97
					Tiro Izq.(Kg)	669.01	614.93	563.03	513.82	467.83	425.57	387.43	353.57	323.94	298.27	276.14



TABLA DE TENSADO DEL CONDUCTOR

CONDUCTOR : AAAC-240 mm<sup>2</sup> , Engrasado

HIPOTESIS I	Vel.Viento (Km/h) :	Temperatura (°C) :	% Tiro EDS :
EDS	0	20	18

N°	Armado	VIR (m)	Vano (m)	Desnivel(m)	Temp(°C)->	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
19	Qa2	165.02	165.02	0.02	Tiro Der.(Kg)	1486.58	1442.24	1399.13	1357.28	1316.72	1277.5	1239.64	1203.15	1168.05	1134.33	1101.98
					Flecha(m)	1.49	1.54	1.59	1.63	1.68	1.74	1.79	1.84	1.9	1.96	2.01
					Tiro H.(Kg)	1485.61	1441.25	1398.1	1356.22	1315.63	1276.38	1238.48	1201.96	1166.82	1133.06	1100.68
20	Qa				Tiro Izq.(Kg)	1486.59	1442.25	1399.14	1357.29	1316.74	1277.52	1239.65	1203.17	1168.06	1134.34	1101.99
					Tiro Der.(Kg)	1583.45	1521.69	1460.09	1398.68	1337.49	1276.56	1215.95	1155.71	1095.93	1036.68	978.08
					Flecha(m)	0.08	0.09	0.09	0.09	0.1	0.1	0.11	0.11	0.12	0.13	0.13
20	Qa	40	40	1.09	Tiro H.(Kg)	1583.16	1521.42	1459.84	1398.45	1337.29	1276.38	1215.79	1155.57	1095.8	1036.57	977.99
					Tiro Izq.(Kg)	1584.16	1522.4	1460.8	1399.39	1338.2	1277.27	1216.66	1156.42	1096.63	1037.39	978.79
					Tiro Der.(Kg)	1441.69	1407.02	1373.49	1341.1	1309.84	1279.69	1250.63	1222.65	1195.72	1169.8	1144.89
21	Ha1	220	220	-3.5	Flecha(m)	2.74	2.81	2.88	2.94	3.02	3.09	3.16	3.23	3.3	3.38	3.45
					Tiro H.(Kg)	1438.58	1403.87	1370.31	1337.88	1306.57	1276.38	1247.28	1219.25	1192.28	1166.32	1141.36
					Tiro Izq.(Kg)	1439.41	1404.74	1371.21	1338.83	1307.56	1277.41	1248.36	1220.37	1193.44	1167.53	1142.61
22	Ha1				Tiro Der.(Kg)	1427.21	1395.37	1364.6	1334.89	1306.2	1278.52	1251.84	1226.12	1201.34	1177.47	1154.48
					Flecha(m)	3.23	3.3	3.38	3.45	3.53	3.6	3.68	3.76	3.84	3.92	3.99
					Tiro H.(Kg)	1425.31	1393.43	1362.61	1332.84	1304.1	1276.38	1249.64	1223.87	1199.04	1175.12	1152.09
23	Ha1	237.73	237.73	0.64	Tiro Izq.(Kg)	1427.62	1395.79	1365.02	1335.3	1306.61	1278.94	1252.25	1226.53	1201.75	1177.89	1154.9
					Tiro Der.(Kg)	1511.19	1462.21	1414.34	1367.67	1322.25	1278.14	1235.42	1194.13	1154.31	1116.01	1079.24
					Flecha(m)	1.21	1.25	1.3	1.34	1.39	1.43	1.48	1.54	1.59	1.64	1.7
23	Ha1	139.14	150	-2.15	Tiro H.(Kg)	1509.54	1460.54	1412.66	1365.96	1320.51	1276.38	1233.63	1192.31	1152.46	1114.12	1077.32
					Tiro Izq.(Kg)	1509.79	1460.81	1412.95	1366.27	1320.85	1276.75	1234.02	1192.73	1152.91	1114.61	1077.84
					Tiro Der.(Kg)	1510.43	1461.46	1413.6	1366.93	1321.51	1277.41	1234.7	1193.41	1153.59	1115.29	1078.53
24	S1	139.14	150	-0.3	Flecha(m)	1.21	1.25	1.3	1.34	1.39	1.43	1.48	1.54	1.59	1.64	1.7
					Tiro H.(Kg)	1509.54	1460.54	1412.66	1365.96	1320.51	1276.38	1233.63	1192.31	1152.46	1114.12	1077.32
					Tiro Izq.(Kg)	1510.24	1461.26	1413.41	1366.73	1321.32	1277.22	1234.5	1193.21	1153.4	1115.1	1078.33
25	S1				Tiro Der.(Kg)	1511.38	1462.37	1414.48	1367.77	1322.32	1278.19	1235.43	1194.11	1154.26	1115.93	1079.13
					Flecha(m)	0.53	0.55	0.57	0.59	0.61	0.63	0.65	0.67	0.7	0.72	0.75
					Tiro H.(Kg)	1509.54	1460.54	1412.66	1365.96	1320.51	1276.38	1233.63	1192.31	1152.46	1114.12	1077.32
26	Qa1	139.14	99.38	-2.77	Tiro Izq.(Kg)	1509.57	1460.57	1412.67	1365.97	1320.52	1276.38	1233.63	1192.31	1152.46	1114.12	1077.32
					Tiro Der.(Kg)	1517.91	1467.36	1417.87	1369.51	1322.36	1276.49	1231.99	1188.91	1147.31	1107.25	1068.76
					Flecha(m)	0.54	0.55	0.57	0.59	0.62	0.64	0.66	0.68	0.71	0.74	0.76
26	Qa1	130.13	100	1.21	Tiro H.(Kg)	1517.85	1467.29	1417.79	1369.42	1322.26	1276.38	1231.86	1188.77	1147.16	1107.08	1068.58
					Tiro Izq.(Kg)	1518.7	1468.15	1418.66	1370.3	1323.15	1277.28	1232.78	1189.69	1148.1	1108.03	1069.55
					Tiro Der.(Kg)	1518.43	1467.91	1418.44	1370.1	1322.97	1277.13	1232.65	1189.6	1148.03	1107.99	1069.53
27	S1	130.13	160	1.04	Flecha(m)	1.37	1.42	1.47	1.52	1.58	1.63	1.69	1.75	1.82	1.88	1.95
					Tiro H.(Kg)	1517.85	1467.29	1417.79	1369.42	1322.26	1276.38	1231.86	1188.77	1147.16	1107.08	1068.58
					Tiro Izq.(Kg)	1519.11	1468.58	1419.11	1370.77	1323.65	1277.81	1233.33	1190.27	1148.7	1108.67	1070.21
28	S1															

TABLA DE TENSADO DEL CONDUCTOR

CONDUCTOR : AAAC-240 mm2 , Engrasado

HIPOTESIS I	Vel.Viento (Km/h) :	Temperatura (°C) :	% Tiro EDS :
EDS	0	20	18

N°	Armado	VIR (m)	Vano (m)	Desnivel(m)	Temp(°C)->	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
253	S1	179.22	190	-1.52	Tiro Der.(Kg)	1474.61	1432.85	1392.33	1353.07	1315.09	1278.41	1243.04	1208.98	1176.23	1144.77	1114.58
					Flecha(m)	1.99	2.05	2.11	2.17	2.24	2.3	2.37	2.43	2.5	2.57	2.64
					Tiro H.(Kg)	1472.77	1430.98	1390.42	1351.12	1313.1	1276.38	1240.97	1206.86	1174.07	1142.56	1112.33
254	S1	179.22	160	-1.97	Tiro Izq.(Kg)	1473.62	1431.87	1391.34	1352.08	1314.1	1277.43	1242.05	1207.99	1175.24	1143.78	1113.59
					Tiro Der.(Kg)	1474.44	1432.67	1392.14	1352.86	1314.87	1278.18	1242.79	1208.72	1175.95	1144.47	1114.28
					Flecha(m)	1.41	1.46	1.5	1.54	1.59	1.63	1.68	1.73	1.77	1.82	1.87
254	S1	179.22	160	-1.97	Tiro H.(Kg)	1472.77	1430.98	1390.42	1351.12	1313.1	1276.38	1240.97	1206.86	1174.07	1142.56	1112.33
					Tiro Izq.(Kg)	1473.16	1431.39	1390.86	1351.58	1313.59	1276.9	1241.51	1207.44	1174.67	1143.19	1113
					Tiro Der.(Kg)	1474.34	1432.34	1391.58	1352.08	1313.87	1276.96	1241.36	1207.08	1174.11	1142.44	1112.06
255	Qa1	177.97	160	1.71	Flecha(m)	1.41	1.46	1.5	1.54	1.59	1.63	1.68	1.73	1.78	1.82	1.87
					Tiro H.(Kg)	1473.89	1431.87	1391.08	1351.56	1313.32	1276.38	1240.75	1206.44	1173.45	1141.75	1111.34
					Tiro Izq.(Kg)	1475.45	1433.46	1392.7	1353.2	1314.98	1278.07	1242.47	1208.19	1175.22	1143.56	1113.18
256	S1	177.97	160	3.52	Tiro Der.(Kg)	1474.02	1432.02	1391.25	1351.74	1313.52	1276.61	1241	1206.71	1173.74	1142.07	1111.68
					Flecha(m)	1.41	1.46	1.5	1.54	1.59	1.63	1.68	1.73	1.78	1.83	1.88
					Tiro H.(Kg)	1473.89	1431.87	1391.08	1351.56	1313.32	1276.38	1240.75	1206.44	1173.45	1141.75	1111.34
257	S1	177.97	190	1.35	Tiro Izq.(Kg)	1476.31	1434.31	1393.54	1354.04	1315.82	1278.9	1243.29	1209.01	1176.03	1144.36	1113.97
					Tiro Der.(Kg)	1474.78	1432.8	1392.05	1352.57	1314.37	1277.47	1241.89	1207.62	1174.67	1143.01	1112.65
					Flecha(m)	1.99	2.05	2.11	2.17	2.24	2.3	2.37	2.44	2.5	2.57	2.64
257	S1	177.97	190	1.35	Tiro H.(Kg)	1473.89	1431.87	1391.08	1351.56	1313.32	1276.38	1240.75	1206.44	1173.45	1141.75	1111.34
					Tiro Izq.(Kg)	1475.66	1433.68	1392.93	1353.45	1315.25	1278.35	1242.77	1208.5	1175.54	1143.89	1113.53
					Tiro Der.(Kg)	1475.55	1433.57	1392.82	1353.34	1315.14	1278.24	1242.66	1208.39	1175.44	1143.78	1113.42
258	S1	177.97	190	-1.05	Flecha(m)	1.99	2.05	2.11	2.17	2.24	2.3	2.37	2.44	2.5	2.57	2.64
					Tiro H.(Kg)	1473.89	1431.87	1391.08	1351.56	1313.32	1276.38	1240.75	1206.44	1173.45	1141.75	1111.34
					Tiro Izq.(Kg)	1474.87	1432.89	1392.14	1352.65	1314.45	1277.56	1241.97	1207.71	1174.75	1143.1	1112.73
259	S1	177.97	180	-1.85	Tiro Der.(Kg)	1475.73	1433.75	1392.99	1353.5	1315.3	1278.39	1242.8	1208.53	1175.57	1143.91	1113.54
					Flecha(m)	1.79	1.84	1.9	1.95	2.01	2.07	2.13	2.19	2.25	2.31	2.37
					Tiro H.(Kg)	1473.89	1431.87	1391.08	1351.56	1313.32	1276.38	1240.75	1206.44	1173.45	1141.75	1111.34
260	S1	177.97	180	-1.16	Tiro Izq.(Kg)	1474.53	1432.54	1391.79	1352.3	1314.09	1277.19	1241.6	1207.33	1174.37	1142.71	1112.34
					Tiro Der.(Kg)	1475.46	1433.48	1392.73	1353.24	1315.03	1278.13	1242.54	1208.27	1175.31	1143.65	1113.28
					Flecha(m)	1.79	1.84	1.9	1.95	2.01	2.07	2.13	2.19	2.25	2.31	2.37
261	Ha1	330	330	3.98	Tiro H.(Kg)	1473.89	1431.87	1391.08	1351.56	1313.32	1276.38	1240.75	1206.44	1173.45	1141.75	1111.34
					Tiro Izq.(Kg)	1474.71	1432.72	1391.97	1352.48	1314.27	1277.37	1241.79	1207.51	1174.55	1142.9	1112.53
					Tiro Der.(Kg)	1375.68	1355.3	1335.53	1316.35	1297.75	1279.7	1262.19	1245.2	1228.7	1212.69	1197.15
261	Ha1	330	330	3.98	Flecha(m)	6.46	6.56	6.66	6.75	6.85	6.95	7.04	7.14	7.24	7.33	7.43
					Tiro H.(Kg)	1372.67	1352.23	1332.4	1313.16	1294.49	1276.38	1258.81	1241.75	1225.2	1209.12	1193.52
					Tiro Izq.(Kg)	1378.27	1357.89	1338.12	1318.94	1300.34	1282.29	1264.78	1247.78	1231.29	1215.28	1199.74



**TABLA DE TENSADO DEL CONDUCTOR**

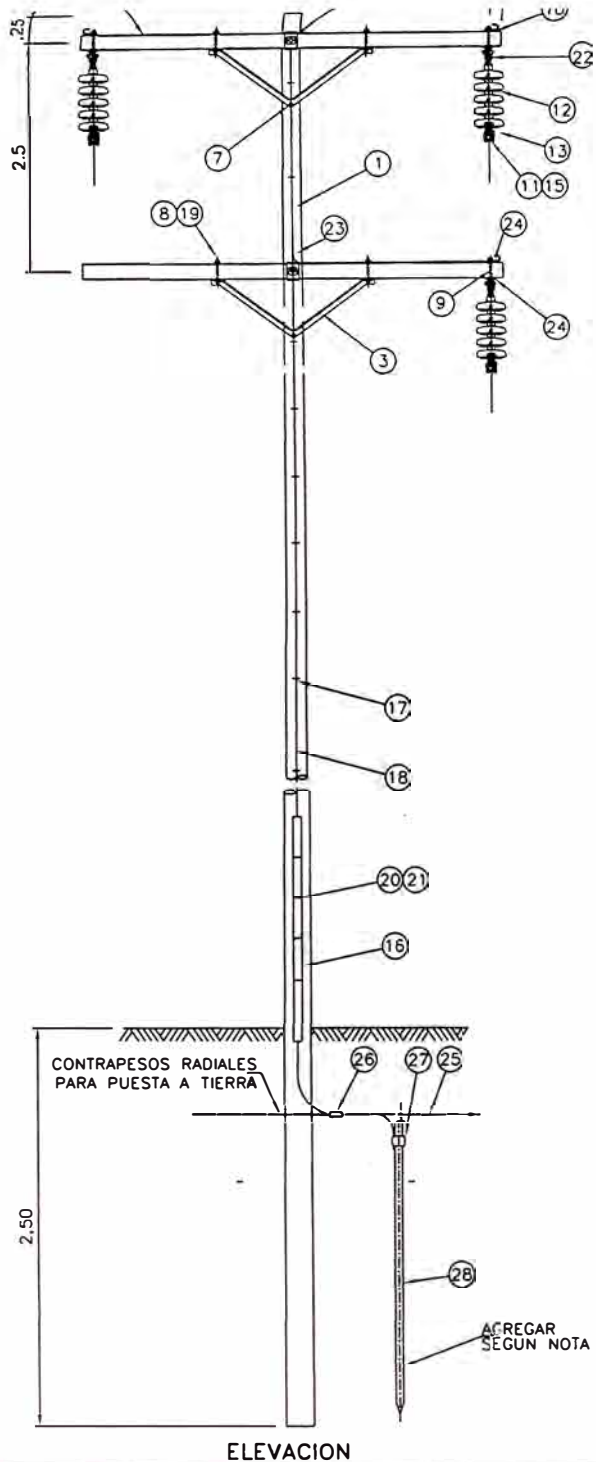
CONDUCTOR : AAAC-240 mm<sup>2</sup> , Engrasado

HIPOTESIS I	Vel.Viento (Km/h) :	Temperatura (°C) :	% Tiro EDS :
EDS	0	20	18

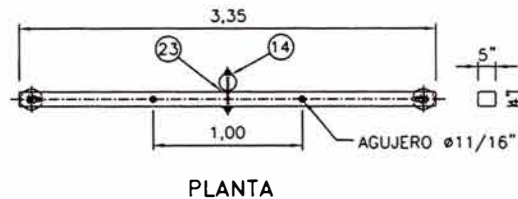
N°	Armado	VIR (m)	Vano (m)	Desnivel(m)	Temp(°C)->	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
262	Ha1	103.64	105.08	-0.79	Tiro Der.(Kg)	1542.04	1487.24	1433.27	1380.19	1328.12	1277.13	1227.34	1178.86	1131.77	1086.2	1042.23
					Flecha(m)	0.58	0.6	0.63	0.65	0.68	0.7	0.73	0.76	0.79	0.83	0.86
					Tiro H.(Kg)	1541.36	1486.55	1432.56	1379.47	1327.38	1276.38	1226.57	1178.07	1130.97	1085.37	1041.38
263	S1	103.64	102.13	-0.38	Tiro Izq.(Kg)	1541.52	1486.73	1432.75	1379.68	1327.6	1276.62	1226.83	1178.34	1131.26	1085.69	1041.72
					Tiro Der.(Kg)	1541.85	1487.06	1433.08	1380.01	1327.93	1276.94	1227.16	1178.67	1131.59	1086.01	1042.04
					Flecha(m)	0.55	0.57	0.59	0.62	0.64	0.67	0.69	0.72	0.75	0.78	0.82
					Tiro H.(Kg)	1541.36	1486.55	1432.56	1379.47	1327.38	1276.38	1226.57	1178.07	1130.97	1085.37	1041.38
264	Qa				Tiro Izq.(Kg)	1541.6	1486.81	1432.83	1379.76	1327.68	1276.7	1226.91	1178.42	1131.34	1085.77	1041.8
264	Qa	53.63	53.63	1.42	Tiro Der.(Kg)	1576.94	1516.19	1455.72	1395.58	1335.81	1276.48	1217.67	1159.47	1101.98	1045.32	989.66
					Flecha(m)	0.15	0.15	0.16	0.17	0.18	0.18	0.19	0.2	0.21	0.22	0.24
					Tiro H.(Kg)	1576.76	1516.02	1455.57	1395.44	1335.69	1276.38	1217.58	1159.39	1101.91	1045.27	989.62
265	Qa	24.68	24.68	0.51	Tiro Izq.(Kg)	1577.87	1517.12	1456.65	1396.5	1336.74	1277.41	1218.6	1160.39	1102.9	1046.25	990.58
					Tiro Der.(Kg)	594.19	539.96	488.22	439.62	394.86	354.55	319.06	288.43	262.37	240.36	221.81
					Flecha(m)	0.08	0.09	0.1	0.11	0.13	0.14	0.16	0.17	0.19	0.21	0.22
					Tiro H.(Kg)	594.17	539.95	488.21	439.62	394.86	354.55	319.06	288.42	262.35	240.34	221.79
266	Qa	43.06	43.06	2.7	Tiro Izq.(Kg)	594.52	540.3	488.55	439.95	395.19	354.88	319.39	288.76	262.7	240.69	222.15
					Tiro Der.(Kg)	369.7	348.27	329.23	312.29	297.18	283.66	271.53	260.6	250.71	241.72	233.53
					Flecha(m)	0.41	0.43	0.46	0.48	0.51	0.53	0.56	0.58	0.6	0.63	0.65
					Tiro H.(Kg)	369.59	348.18	329.16	312.24	297.14	283.64	271.52	260.59	250.7	241.72	233.52
267	Pórtico				Tiro Izq.(Kg)	371.46	350.03	330.99	314.04	298.94	285.42	273.29	262.36	252.47	243.48	235.28



**ANEXO N° 5: PLANOS LINEA TRANSMISION SECUNDARIA 60 kV  
TRUJILLO VIRU**



PRESTACIONES				
ESTRUCTURA	ANGULO (°)	VANO VIENTO (m)	VANO GRAVANTE (m)	VANO MAX. LATERAL (m)
S1	0	180	270	250
	1	130	195	200



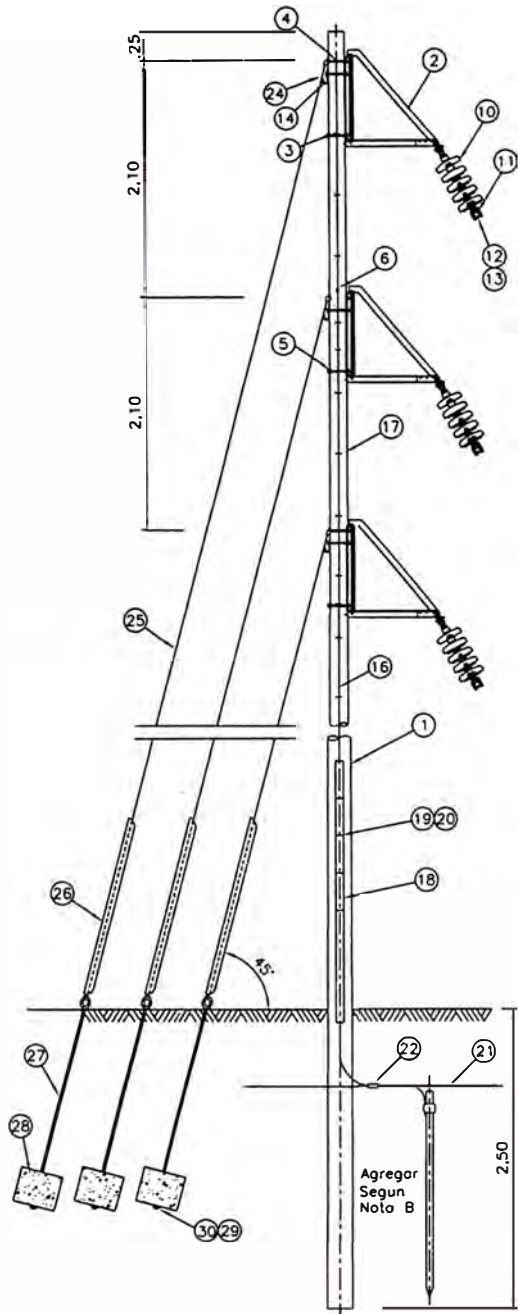
### LISTA DE MATERIALES

N°	CANT.	DESCRIPCION
1	1	POSTE DE MADERA 60' CLASE ANSI 2
2	2	CRUCETA DE MADERA DE 4"x5"x11'
3	4	PERFIL DE AoGo 2 1/2" x 2 1/2" x 0.70m
4	2	ASIENTO METALICO PARA CRUCETA 4"x5"
5	2	ARANDELA CUADRADA PLANA PARA CRUCETA 4"x4"x1/4"
6	2	PERNO DOBLE ARMADO DE 3/4"Ø VER NOTA C
7	2	PERNO MAQUINADO DE 3/4"Ø x 12"
8	4	PERNO MAQUINADO DE 5/8"Øx6"
9	3	PERNO OJO DE 3/4"Øx8" A'G', MAQ. CON T Y CT
10	3	PLANCHA DE COBRE TIPO J
11	3	GRAPA DE SUSPENSION DE AL-AL PARA CONDUCTOR 240 mm2 AAC
12	3	CAD. DE AISLADORES ANTINEBLINA TIPO SUSP. (05 und/cad)
13	3	ADAPTADOR CASQUILLO-OJO CORTO DE A'G'
14	2	ARANDELA CUADRADA CURVADA PARA PERNO 3/4"Ø
15	3	VARILLA DE ARMAR PARA CONDUCTOR 240 mm2 AAC
16	2.5m	TUBO FIERRO GALVANIZADO 1/2"Ø
17	50	GRAPA COPPERWELD 1 1/4"x1/4"x0.114"
18	30m	CONO. CABLEADO COPPERWELD 35mm2
19	4	ARANDELA PLANA PARA PERNO 5/8"Ø
20	3	FLEJE DE ACERO INOXIDABLE DE 3/4"
21	3	HEBILLA DE AoGo PARA FLEJE 3/4"
22	3	ADAPTADOR HORQUILLA BOLA DE A'G'
23	3	CONECTOR DE Cu TIPO PERNO PARTIDO PARA CONO. 35mm2
24	6	ARANDELA CUADRADA PLANA DE A'G' PARA PERNO DE 3/4"Ø
25	nota A	CONO. CABLEADO DESNUDO DE COBRE 35mm2
26	nota G	CONECTOR TIPO COMPRESION PARA CONDUCTOR 35mm2
27	nota G	SOLDADURA EXOTERMICA TIPO CADWELL
28	nota B	ELECTRODO DE COPPERWELD DE 5/8"Øx8"

### NOTAS:

- A.-Longitud de ocuerdo al diseño de lo puesto o tierra
- B.-La resistencia de puesto o tierra medido sera menor a 10Ω en zona transitado y no transitado, caso contrario agregar electrodos.
- C.- Lo longitud de perno angular seró de ocuerdo a su poisiición
- G.-De ocuerdo al detalle de puesto o tierra

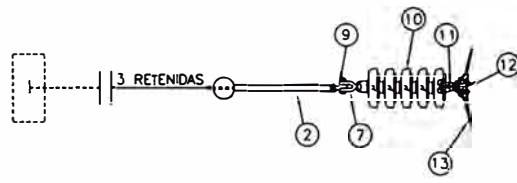
Revisó		Diseño		Comprobó		<b>HIDRANDINA S.A.</b> L.S.T. 60 kv - SIMPLE TERNA S.E. TRUJILLO SUR - S.E. VIRU DETALLE DE ESTRUCTURA TIPO "S1" - (0 - 1')		FECHA: MAYO 2004 ESCALA: S/T LIBRO N°: (SI-10) 2004
Revisó	Fecha	Revisó	Fecha	Revisó	Fecha	Revisó	Fecha	



ELEVACION

PRESTACIONES				
ESTRUCTURA	ANGULO (°)	VANO VIENTO (m)	VANO GRAVANTE (m)	VANO MAX. LATERAL (m)
Qs	50	330	495	300

PLANTA



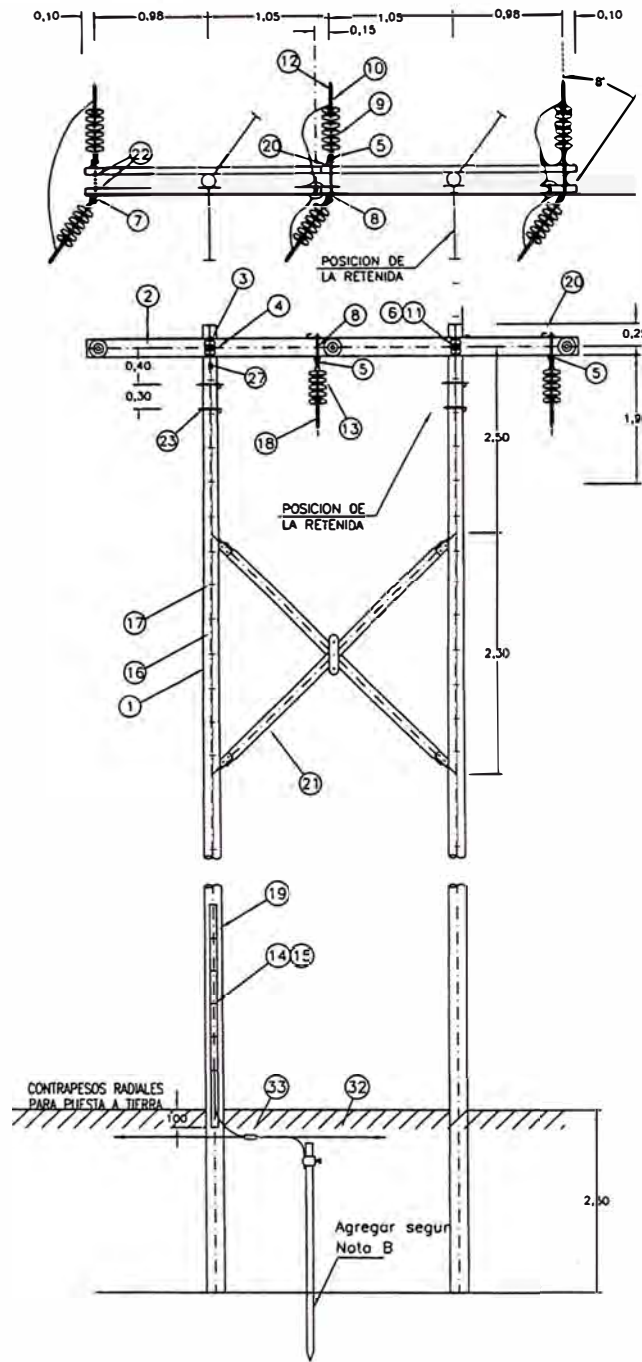
LISTA DE MATERIALES

N°	CANT.	DESCRIPCION
1	1	POSTE DE MADERA 60" CLASE ANSI 1
2	3	EXTENSOR DE A'G PARA CADENA DE SUSPENSION
3	3	PERNO A'G DE 3/4"Ø - VER NOTA C
4	3	PERNO ANGULAR A'G 3/4"Ø VER NOTA C
5	6	ARANDELA CUADRADA CURVA PARA PERNO 3/4"Ø
6	3	CONECT. CU PERNO PARTIDO P/ CONO. 35mm2
7	3	ADAPTADOR HORQUILLA BOLA A'G
8	6	ARANDELA PLANA PARA PERNO DE 3/4
9	3	ESLABONES ABIERTOS A'G
10	3	CAD. AISLADORES ANTINEBLINA SUSP(05 UN/CAD)
11	3	ADAPTADOR CASQUILLO-OJO CORTO A'G
12	3	GRAPA DE SUSPENSION PARA CONDUCTOR AAAC 240 mm2
13	3	VARILLAS DE ARMAR PARA CONDUCTORES AAAC 240 mm2
14	3	PLANCHA DE COBRE TIPO J
16	25m	CONDUCTOR COPPERWELD DE 35mm2
17	50	GRAPAS COPPERWELD 1 1/4"x1/4"x0.114
18	2.5m	TUBO DE ACERO GALVANIZADO Ø1/2"
19	3	FLEJE DE ACERO INOXIDABLE DE 3/4"
20	3	HEBILLA DE A'G PARA FLEJE DE 3/4"
21	noto A	CONDUCTOR DE COBRE DESNUDO 35mm2
22	noto G	CONECTOR A COMPRESION TIPO "G" Cu 35mm2
24	6	MORDAZAS PREFORMADAS
25	72m	CABLE ALUMOWELD 7-N°9 AWG
26	3	PROTECTOR DE PVC COLOR AMARILLO 8'
27	3	VAR. ANCLA C/GUAROACABO DOBLE AoGo 3/4"x8
28	3	BLOQUE DE CONCRETO ARMADO 1.50x0.60x0.30
29	3	ARANDELA CUADRAOA 4"x4"x1/2" HUECO 13/16"
30	3	TUERCA Y CONTRATUERCA PARA PERNO 3/4"

NOTAS:

- A.-Longitud de acuerdo al diseño de lo puesto o tierra
- B.-Lo resistencia de puesto o tierra medido sero menor a 10Ω en zona transitado y no transitado, caso contrario agregar electrodos.
- C.-Lo longitud del perno angular será de acuerdo a su posición.
- G.-De acuerdo al detalle de puesto o tierra

		Elaborado: A.L.V. / Revisado: S.E. VIRU Dibujo: A.L.V. / Aprobado: S.E. VIRU Comprobado:		<b>HIDRANDINA S.A.</b> L.S.T. 80 kv - SIMPLE TERNA S.E. TRUJILLO SUR - S.E. VIRU DETALLE DE ESTRUCTURA TIPO "Qs" - 03 RETENIDAS		Fecha: MAYO 2004 Escala: 1/10 Hoja: 1/2 157-102 2004
Revisión N°	Fecha	Descripción	Revisado	Aprobado		

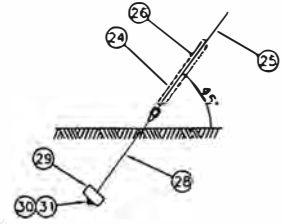


PRESTACIONES				
ESTRUCTURA	ANGULO (°)	VAÑO VIENTO (m)	VAÑO GRAVANTE (m)	VAÑO MAX. LATERAL (m)
Ha2	8°	310	465	380

**LISTA DE MATERIALES**

N°	CANT.	DESCRIPCION
1	2	POSTE DE MADERA 60' CLASE ANSI 1
2	2	CRUCETA DE MADERA DE 5"x6"x14'
3	4	ASIENTO METALICO A'G PARA CRUCETA 5"x6"
4	4	ARANO. CUAD. PLANA 4"x4"x1/4" PARA CRUCETA 5"x6"
5	8	ADAPTADOR HORQUILLA BOLA A'G
6	5	PERNO DOBLE ARMADO OE 3/4"Ø VER NOTA C
7	6	TUERCA OJO A'G PARA PERNO DE Ø3/4"
8	2	PERNO OJO A'G MAQU. TUERCA Y CONTRATUERCA
9	6	CADENA DE AISLADORES DE ANCLAJE (06 UN/CAD)
10	6	ADAPTADOR CASQUILLO-OJO LARGO DE A'G
11	4	ARANDELA PLANA 3"x3"x1/4" PARA PERNO DE Ø3/4"
12	6	GRAPA DE ANCLAJE TIPO PISTOLADE AL-AL 5 PERNOS PARA CONDUCTOR 240 mm2 AAC
13	2	CADENA DE AISLADORES DE SUSPENSION (05 UN/CAD.)
14	3	FLEJE DE ACERO INOXIDABLE DE 3/4"
15	3	HEBILLA DE Aço PARA FLEJE DE 3/4"
16	40m	CONDUCTOR COPPERWELD 35mm2
17	50	GRAPA DE COPPERWELD 1 1/4"x1/4"x0,114"
18	2	GRAPA DE SUSPENSION PARA CONDUCTOR 240 mm2 AAC
19	2.5m	TUBO DE Fe-GALVANIZADO DE Ø1/2"
20	5	PLANCHA DE COBRE TIPO J
21	1	PAR DE DIAGONALS DE MADERA CON ACCESORIOS DE SUJECION AL POSTE
22	12	ARANO. CUAD. PLANA 4"x4"x1/4" PARA PERNO 3/4"
23	4	PERNO ANGULAR A'G PARA RETENIDAS
24	8	MORDAZAS PREFORMADAS PARA ITEM N°25
25	96m	CABLE ALUMOWELD 7 N° 9 AWG
26	4	PROTECTOR PVC COLOR AMARILLO 8'
27	4	CONECTOR TIPO PERNO PARTIDO
28	4	VARILLA DE ANCLAJE C/GUAROCABO DOBLE 3/4"Øx8'
29	4	BLOQUE DE CONCRETO ARMADO
30	4	ARANO CUADRADA PLANA Aço 4"x4"x1/2"
31	4	TUERCA Y CONTRATUERCA
32	nota A	CONDUCTOR DE COBRE DESNUDO 35mm2
33	nota B	CONECTOR TIPO COMPRESION P. COND. 35mm2

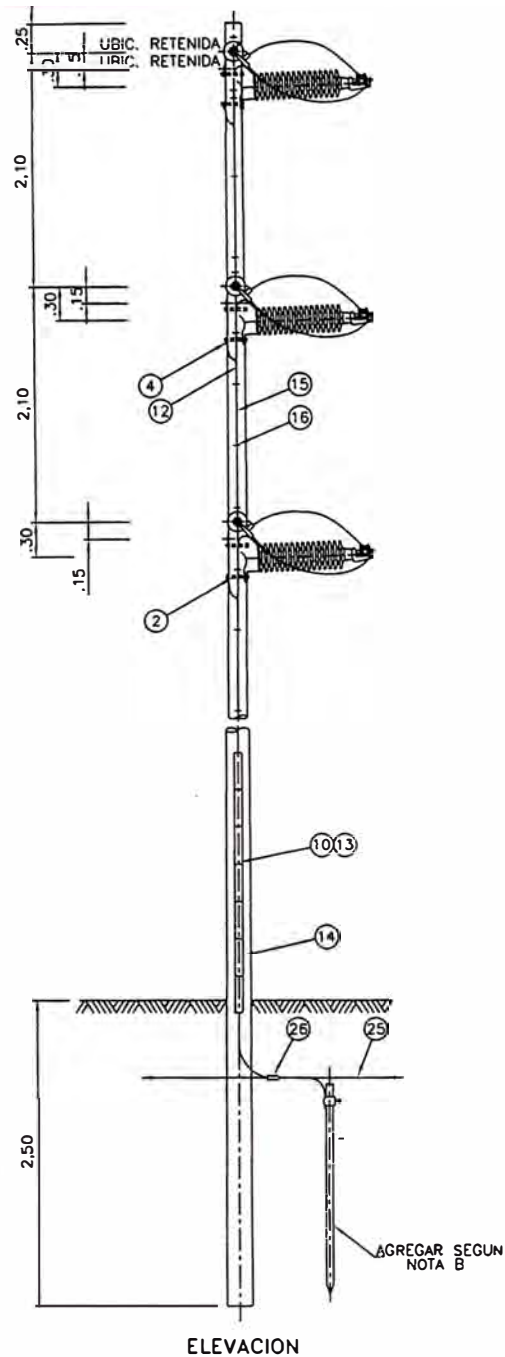
**DETALLE DE RETENIDA**



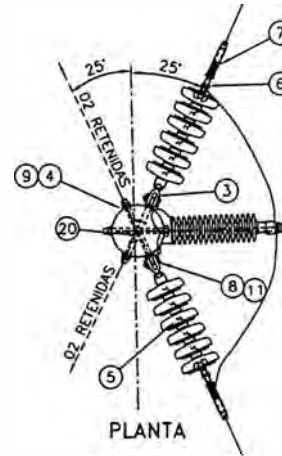
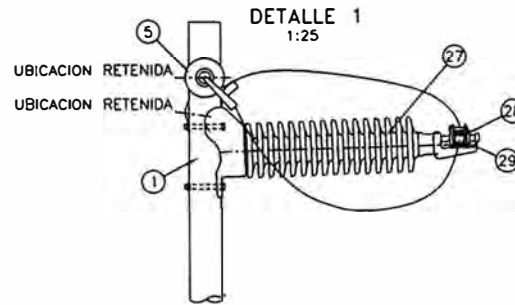
**NOTA:**

- A.- La longitud de los conductores de diseño de la estructura
- B.- La resistencia de puesta a tierra medida por el método 10 en zona transitada y no transitada, caso contrario agregar electrodos.
- C.- La longitud de la varilla roscada será de acuerdo
- G.- De acuerdo al detalle de puesto o tierra
- D.- El suministro de brazo "X" incluyen accesorios para su ensamble en los postes.
- E.- La distancia de los brazos "X" serán recalculado según el suministro de los accesorios.
- F.- Cuando la estructura sea usado en alineamiento no llevaro aislador vertical para el jumper

		Diseño: J.L.V. / Aprobado: J.M.B.		HIDRANDINA S.A.		Fecha: MAYO 2004	
		Diseño: J.L.V. / Aprobado: J.M.B.		L.S.T. 60 KV - SIMPLE TERNA		Escala: 1/2"	
		Diseño: J.L.V. / Aprobado: J.M.B.		S.E. TRUJILLO SUR - S.E. VIRU		Límite de: LST-104	
		Diseño: J.L.V. / Aprobado: J.M.B.		DETALLE DE ESTRUCTURA TIPO "Ho2" (Ø - 8") - D4 RET		2004	
Revisión N°	Fecha	Descripción	Revisión	Aprobación			



PRESTACIONES				
ESTRUCTURA	ANGULO (°)	VANO VIENTO (m)	VANO GRAVANTE (m)	VANO MAX. LATERAL (m)
Qah (04 RETENIDAS)	25°-70°	310	465	200



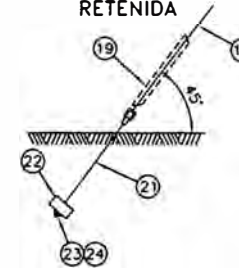
### LISTA DE MATERIALES

N°	CANT.	DESCRIPCION
1	1	POSTE DE MADERA 60' CLASE ANSI 1
2	6	PERNO DE 3/4"Ø x 12" long , VER NOTA C
3	6	ADAPTADOR HORQUILLA BOLA A'G'
4	9	PLANCHA DE COBRE TIPO J
5	6	CADENA DE AISLADORES-ANGULO (06 UNIDADES/CADENA)
6	6	ADAPTADOR CASQUILLO-OJO LARGO A'G'
7	6	GRAPA DE ANCLAJE TIPO PISTOLA DE AL-AL 5 PERNOS PARA CONDUCTOR 240 mm2 AAAC
8	2	PERNO OJO A'G' 3/4" x 12"
9	12	ARANDELA CUADRADA CURVADA PARA PERNO DE 3/4"
10	3	FLEJE DE ACERO NOXIDABLE DE 3/4"
11	4	TUERCA OJO AoGo PARA PERNO DE 3/4"
12	6	CONECTOR DE CU. TIPO PERNO PARTIDO
13	3	HEBILLA DE A'G' PARA FLEJE DE 3/4"
14	2.5m	TUBO DE Fe-GALVANIZADO Ø1/2"
15	25m	COND. CABLEADO COPPERWELD 35mm2
16	50	GRAPA DE COPPERWELD 1 1/4"x1/4"x0.114"
17	8	MORDAZAS PREFORMADAS
18	96m	CABLE ALUMOWELD 7 N° 9 AWG
19	4	PROTECTOR PVC COLOR AMARILLO B'
20	4	PERNO ANGULAR A'G' CON OJAL GUARDACABO DE 3/4"Ø
21	4	VARILLA DE ANCLAJE C/GUARDACABO DOBLE 3/4"x8"
22	4	BLOQUE DE CONCRETO ARMADO
23	4	ARANDELA CUADRADA PLANA 4"x4"x1/2" HUECO 13/16"
24	4	TUERCA Y CONTRATUERCA PARA PERNO 3/4"
25	nota A	COND. CABLEADO DESNUDO COOPERWELD 35mm2
26	nota G	CONECTOR TIPO COMPRESION P. COND. 35mm2
27	3	AISLADOR CERAMICO TIPO LINE POST CON ACCESORIOS
28	3	GRAPA DE SUSPENSION PARA CONDUCTOR 240 mm2 AAAC
29	3	VARILLA DE ARMAR PARA CONDUCTOR 240 mm2 AAAC

#### NOTAS:

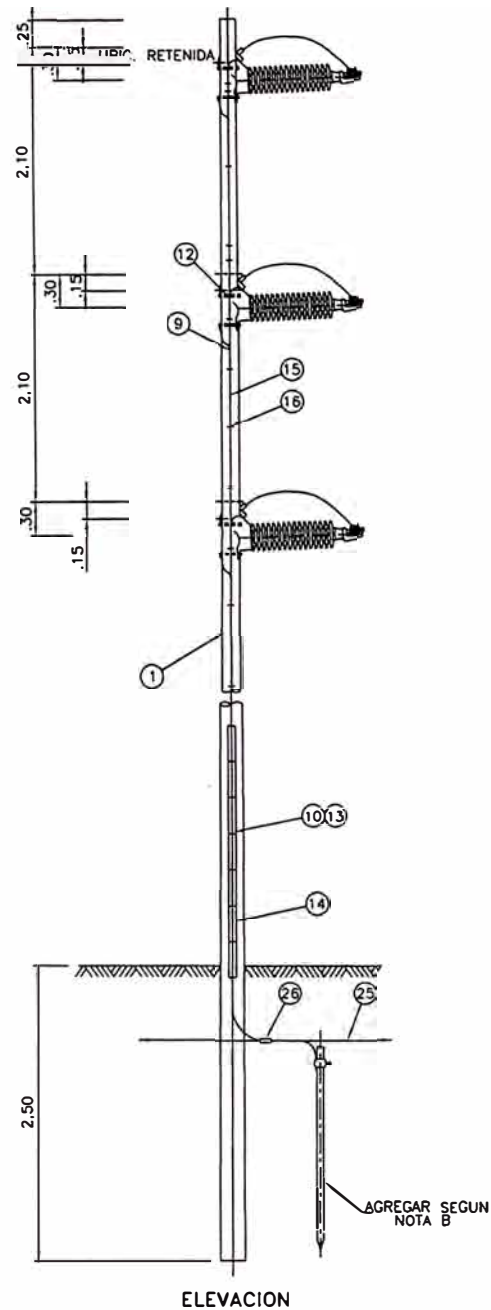
- A.-Longitud de acuerdo al diseño de puesto o tierra
- B.-Lo resistencia de puesto o tierra medido sero menor a 10Ω en zona transitado y no transitado, caso contrario agregar electrodos.
- C.-La longitud de los pernos angulares serà de acuerdo a su posición.
- G.-De acuerdo al detalle de puesto o tierra

#### DETALLE DE RETENIDA

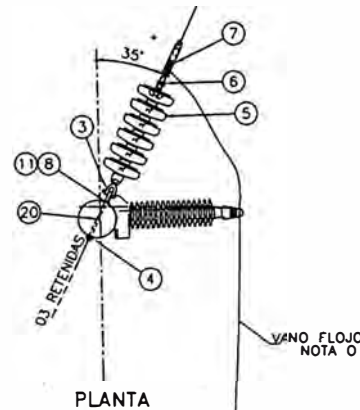
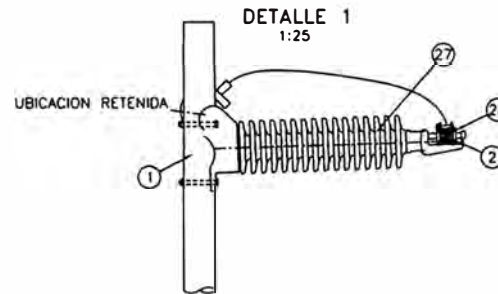


Dibujó: J.L.V.		Revisó: M.V.M.		HIDRANDINA S.A.		Fecha: MAYO 2004	
Dibujó: J.L.V.		Revisó: S.C.		L.S.T. 60 kv - SIMPLE TERNA		Escala: 1/1	
Comprobó:				S.E. TRUJILLO SUR - S.E. VRU		Línea N°	
				DETALLE DE ESTRUCTURA TIPO "0a1" (20' - 50') 04 RET		LST-106	
Revisó	Fecha	Descripción	Revisó	Aprobó	2004		



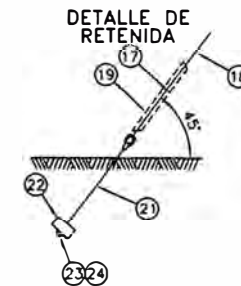


PRESTACIONES				
ESTRUCTURA	ANGULO (°)	VANO VIENTO (m)	VANO GRAVANTE (m)	VANO MAX. LATERAL (m)
Qa2 (03 Retenidas)	0-35	310	465	300



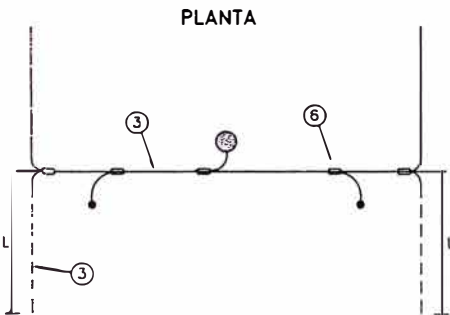
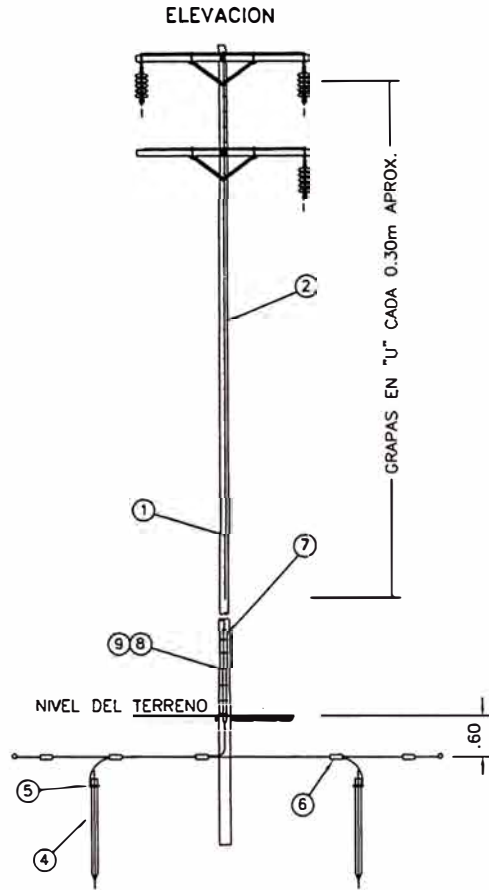
LISTA DE MATERIALES		
N°	CANT.	DESCRIPCION
1	1	POSTE DE MADERA 60' CLASE ANSI 1
2	3	VARILLA DE ARMAR PARA CONDUCTOR 240 mm2 AAAC
3	3	ADAPTADOR HORQUILLA BOLA A'G
4	3	PLANCHA DE COBRE TIPO J
5	3	CAD. DE AISLADORES-SUSPENSION (06 UNIDADES/CADENA)
6	3	ADAPTADOR CASQUILLO-OJO
7	3	GRAPA DE ANCLAJE TIPO PISTOLA DE AL-AL, 5 PERNOS PARA CONDUCTOR 240 mm2 AAAC
8	6	ARANDELA CUADRADA CURVA PARA PERNO #3/4" 4x4x1/4
9	6	GRAPA VIAS PARALELAS PARA CONDUCTOR COBRE 35 mm2
10	3	FLEJE DE ACERO INOXIDABLE DE 3/4"
11	3	TUERCA OJO DE A'G PARA PERNO DE 3/4"
12	6	PERNO DE 3/4"Ø x12 long.. VER NOTA C
13	3	HEBILLA DE A'G PARA FLEJE DE 3/4"
14	2.5m	TUBO DE Fe-GALVANIZADO #1/2"
15	25m	CONO. CABLEADO COPPERWELD 35mm2
16	50	GRAPA DE COPPERWELD 1 1/4"x1/4"x0.114"
17	6	MORDAZAS PREFORMADAS
18	60m	CABLE ALUMOWELD 7 N° 9 AWG
19	3	PROTECTOR DE PVC COLOR AMARILLO 8"
20	3	PERNO ANGULAR A'G CON OJAL GUARDACABO DE 3/4"Ø
21	3	VARILLA DE ANCLAJE C/GUARDACABO DOBLE 3/4"x8"
22	3	BLOQUE OE CONCRETO ARMADO
23	3	ARANDELA CUADRADA PLANA 4"x4"x1/2" HUECO 13/16"
24	3	TUERCA Y CONTRATUERCA PARA PERNO 3/4"
25	nota A	COND. CABLEADO DESNUDO DE COBRE 35mm2
26	nota G	CONECTOR TIPO COMPRESION P. CONO. 35mm2
27	3	AISLADOR CERAMICO TIPO LINE POST CON ACCESORIOS
28	3	GRAPA DE SUSPENSION PARA CONDUCTOR 240 mm2 AAAC

- NOTAS:
- A.-Longitud de acuerdo al diseño de puesto o tierra
  - B.-Lo resistencia de puesto o tierra medido sero menor a 10Ω en zona transitado y no transitado, caso contrario agregar electrodos.
  - C.-Lo longitud de los pernos angulares sero de acuerdo a su posición.
  - D.-El vano flojo no excederá de 100m.
  - G.-De acuerdo al detalle de puesto o tierra

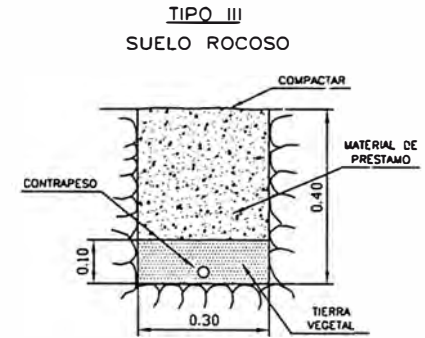
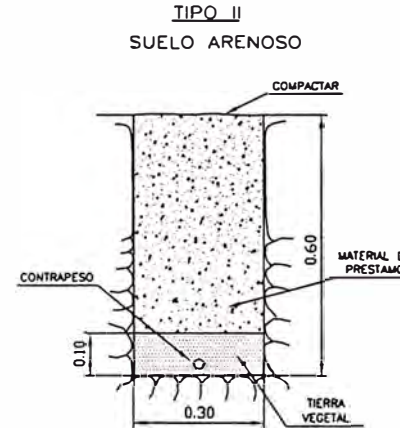
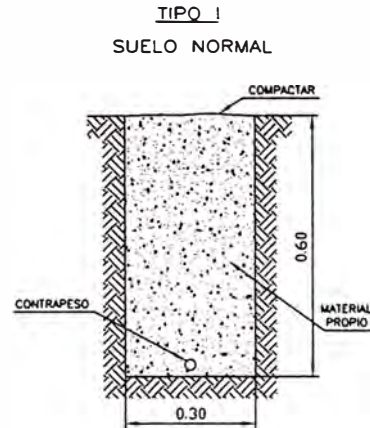


		Diseño: J.V.V. / Revisó: J.V.V.		HIDRANDINA S.A.		Fecha: MAYO 2004	
		Dibujo: J.V.V. / Revisó: J.V.V.		L.S.T. 60 KV - SIMPLE TERNA		Escala: 1/1	
		Comprobó: J.V.V.		S.E. TRUJILLO SUR - S.E. VIRU		Límite de: LST-107	
				DETALLE DE ESTRUCTURA TIPO "Qa2" (σ - 35°) 03 RET		2004	
Revisó	Fecha	Descripción	Revisó	Aprobó			

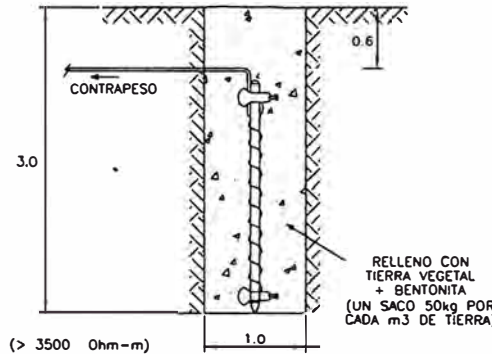
**DETALLE CONEXION A TIERRA EN POSTE DE MADERA**



**DETALLES DE CONTRAPESOS**



**DETALLE DE POZO DE TIERRA TRATADO**



NOTA:  
SE USARA PARA PUESTA A TIERRA TIPO C

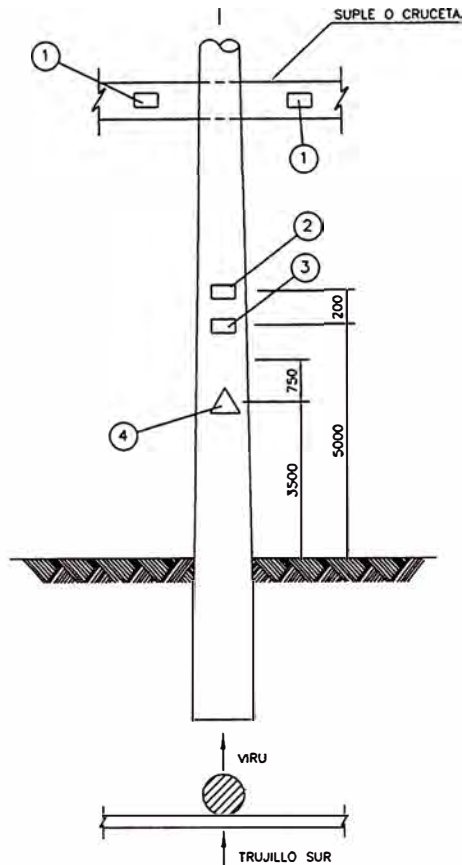
- NOTA:**
- 1.- En el caso de postes dobles, la instalación de lo puesto a tierra se efectuara para un solo poste conectandose el otro a dicho conductor.
  - 2.- Metrodo (\*) según requerimientos.
  - 3.- Los Valores de resistividad han sido tomados de proyectos de similares caracteristicos

CONDICIONES DE LA PUESTA A TIERRA		
ZONA	DESCRIPCION	RESISTENCIA MAXIMA
I	REGIONES TRANSITABLES Y NO TRANSITABLES - ZONAS DE CULTIVO - ZONAS PARALELAS A CARRETERAS (DISTANCIA MAYOR A 20m) - TODA ZONA DONDE EL TRANSITO DE PERSONAS ES POCO FRECUENTE. - ZONAS PARALELAS A CARRETERAS (DISTANCIA MENOR A 20m) - TODA ZONA DONDE ES POSIBLE EL TRANSITO DE PERSONAS	10

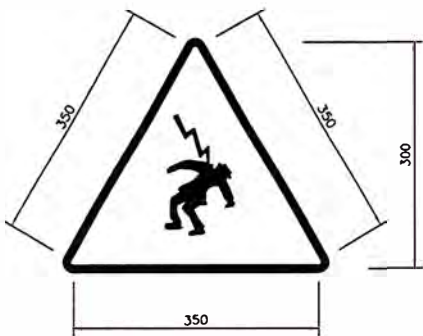
RECOMENDACIONES REFERENCIALES						
TIPO	RANGO DE RESISTIVIDAD DEL TERRENO (OHM-m)	N° DE JABALINAS	CONTRAPESOS		N° DE POZOS TRATADOS	N° DE ESTRUCTURAS
			N°	L (m)		
I	< 170	2	2	10	-	-
II	< 400	2	2	33	-	-
III	> 4000	4	4	80	4	-

LEYENDA				
N°	DESCRIPCION	CANTIDADES		
		I	II	III
1	GRAPAS FLUADORAS EN "U" DE COPPERWELD	(*)	(*)	(*)
2	CONDUCTOR COPPERWELD 35mm2	(*)	(*)	(*)
3	CONDUCTOR CU. CABLEADO DESNUDO 35mm2 (Contrapeso)	20 in	66 m	320 m
4	VARILLA COPPERWELD #16mm x 2.4m	2	2	4
5	SOLDADURA EXOTERMICA-CADWELD	2	2	4
6	CONECTOR BIFILAR P/CONDUCTOR 35mm2- T/COMPRCS	5	5	5
7	TUBO DE F" # 12.7mm x 2.5m Long.	1	1	1
8	FLEJE DE ACERO INOXIDABLE DE 3/4"	3	3	3
9	HEBILLA DE A" PARA FLEJE DE 3/4"	3	3	3
10	POZO TRATADO	-	-	4

Elaborado: J.L.Y. Diseñado: J.L.Y.		Revisado: M.S.M. Aprobado: G.C.		Fecha: MAYO 2004	
<b>HIDRANDINA S.A.</b>					
L.S.T. 60 KV - SIMPLE TERNA				Escala: S/C	
S.E. TRUJILLO SUR - S.E. VIRU				Número N°	
DETALLE DE PUESTA A TIERRA				151-110	
				2004	

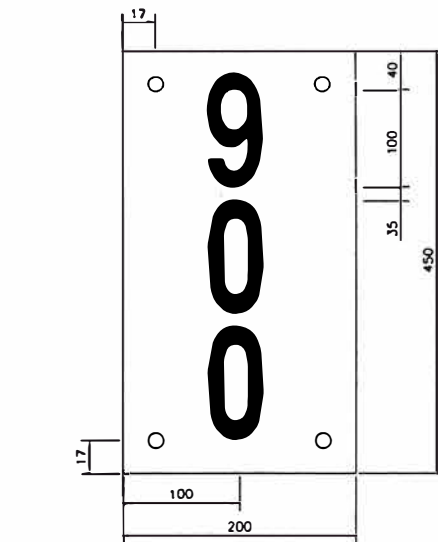


UBICACION DE LAS SEÑALES EN EL POSTE

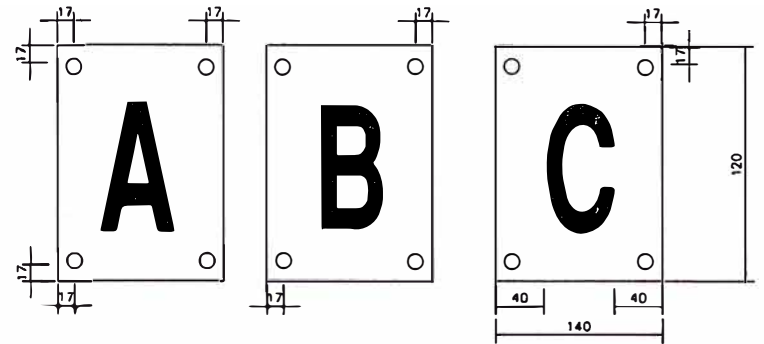


④ PLACA SEÑAL DE PELIGRO

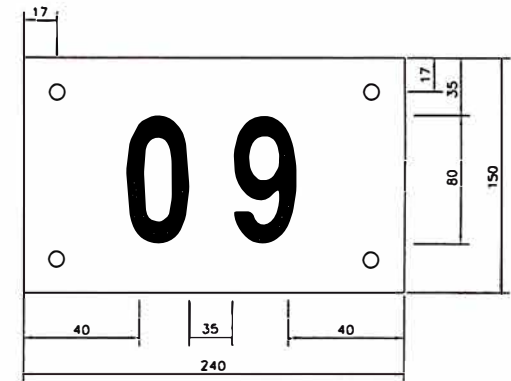
NOTA: MEDIDAS EXPRESADAS EN MILIMETROS



③ PLACA PARA NUMERO DE LA LINEA



① PLACA PARA SECUENCIA DE FASES EN LINEA TRIFASICA



② PLACA PARA NUMERO DE ESTRUCTURA

NOTAS:

- 1.- PARA NUMERACION DE LA LINEA:  
 N°PAR = FONDO ROJO  
 N°IMPAR = FONDO NEGRO  
 LOS NUMEROS COLOR BLANCO
- 2.- PARA LA NUMERACION CORRELATIVA:  
 FONDO BLANCO Y NUMEROS COLOR NEGRO.
- 3.- PARA LA SECUENCIA DE FASES:  
 FASE R = COLOR VERDE  
 FASE S = COLOR BLANCO  
 FASE T = COLOR ROJO

Revisión N°		Fecha	Descripción	Revisó	Aprobó	Elaborado: J.L.V. Dibujo: J.L.V. Consultor:	Revisado: M.V.M. Aprobado: C.C.	<b>HIDRANDINA S.A.</b> L.S.T. 60 kV - SIMPLE TERNA S.E. TRUJILLO SUR - S.E. VIRU DETALLE PLACAS DE SERIALIZACION	Fecha: MAYO 2004 Escala: S/T Lámina N°: ST-111 2004
-------------	--	-------	-------------	--------	--------	---	------------------------------------	---	---

FUNDACION TIPO FP1  
SUELOS TIPO I

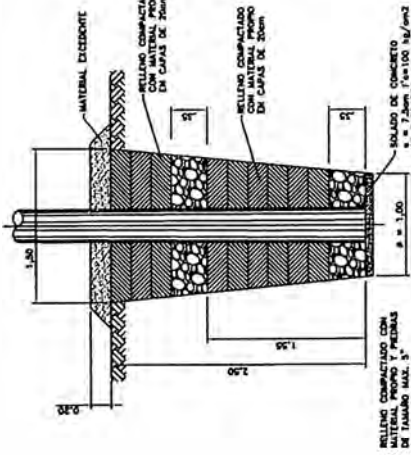


TABLA DE CANTIDADES POR POSTE

DM. SUELO	DE. (m)	RELL. (m³)	CONCR. (m³)	BOZQ. (kg)
1	1.00	3.15	0.80	0.80

SUELO TIPO I: SUELOS MENORES CON LÍMITES DE 0mm.

FUNDACION TIPO FP2  
SUELOS TIPO II

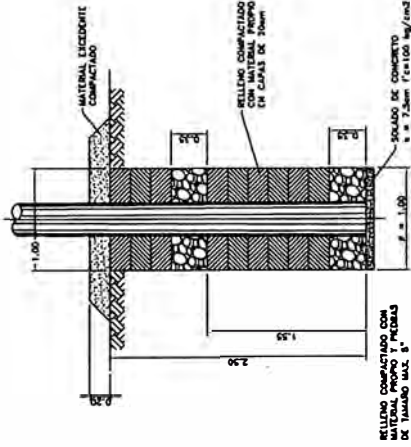


TABLA DE CANTIDADES POR POSTE

DM. SUELO	DE. (m)	RELL. (m³)	CONCR. (m³)	BOZQ. (kg)
1	1.00	1.8	0.80	0.80

SUELO TIPO II: SUELOS MENORES CON LÍMITES DE 0mm a 20mm.

FUNDACION TIPO FP4  
SUELOS TIPO III

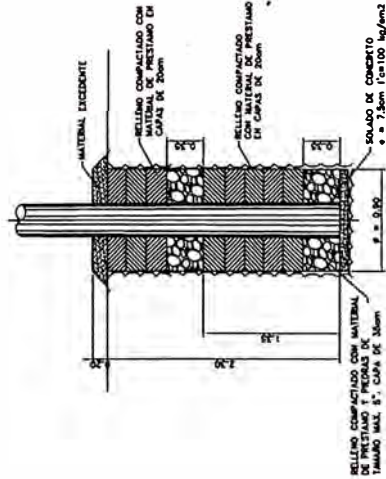
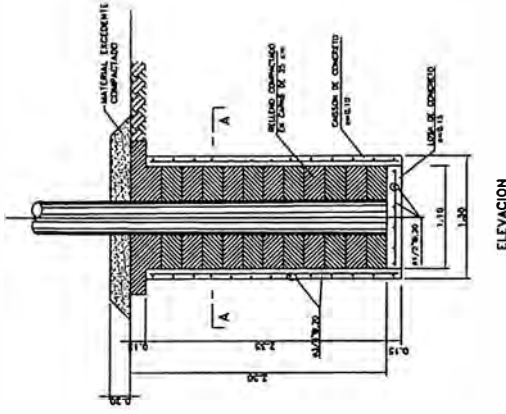


TABLA DE CANTIDADES POR POSTE

DM. SUELO	DE. (m)	RELL. (m³)	BOZQ. (kg)
1	1.00	1.48	0.80

SUELO TIPO III: SUELOS MENORES CON LÍMITES DE 20mm a 300mm.

FUNDACION TIPO FP3  
SUELOS TIPO I Y II  
CON NIVEL FREÁTICO ALTO



ELEVACION

NOTA:  
1. RELLENO, DRENAJE, SOL. CASONA  
2. JARRE CON MATERIAL DE PRESTADO  
DEL DENTRO DEL POSTE HASTA  
EL DENTRO DEL POSTE HASTA

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS  
CONCRETO f'c = 210 kg/cm²  
ACERO fy = 4200 kg/cm²  
RECOMENDACIONES: 3.0 mm



SECCION A-A

TABLA DE CANTIDADES POR POSTE

DM. SUELO	DE. (m)	RELL. (m³)	CONCR. (m³)	BOZQ. (kg)	REMO. (kg)
1 y 2	1.00	2.48	1.10	30.00	80

Fecha	Revisión	Elaborado	Verificado	Aprobado	Proyecto

Nombre	Fecha	Descripción	Revisión

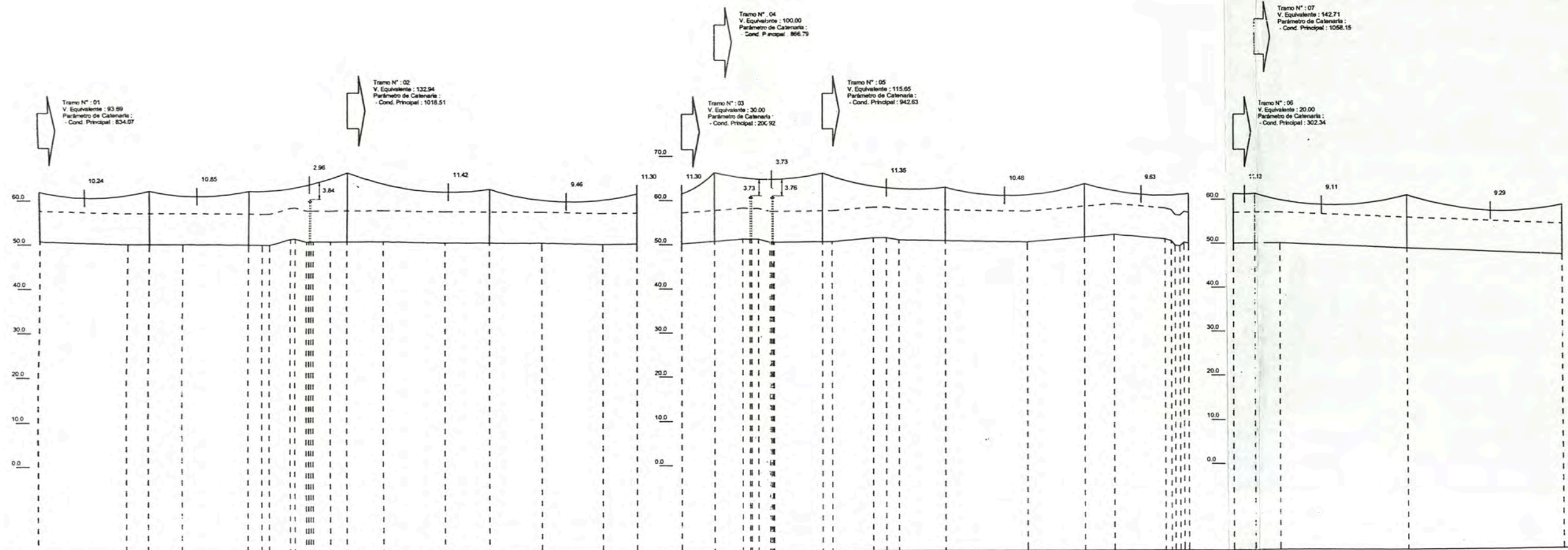
Empresa	Proyecto	Fecha	Hoja
HIDRANDINA S.A.	L.S.T. BO IV - SIMPLE TERNA	15/12	2003
	S.E. TRUJILLO SUR - S.E. VIRU		
	CIENEGAS DE POSTE DE MADERA		



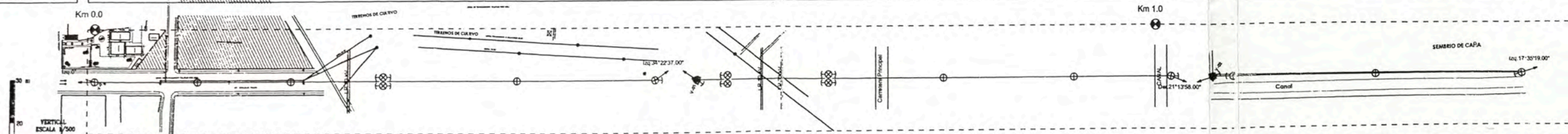




N° DE ESTRUCTURA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
TPO ARMAZO	Q1	S1	S1	H42	S1	Q41	Q41	H42	H42	S1	Q42	Q42	S1	Q42
POSTE / SOPORTE	801	802	802	801	802	801	801	801	801	802	801	801	802	801
VANO PESO (kg)	48.52	97.03	90.03	177.80	112.21	43.21	43.21	95.52	132.94	87.76	36.57	36.57	156.86	66.11
VANO MENTO (m)	50.00	95.00	90.00	110.00	132.85	82.85	82.85	65.00	108.27	121.33	113.62	98.56	142.71	86.21
P. CATENARIA (m)		834.07	834.07	834.07	1018.51	1018.51	200.92	200.92	842.79	942.63	942.63	942.63	1058.15	1058.15
N° y Tipo RETENIDAS	3R1			4R0			2R0	2R0	4R0			3R0	3R1	2R0
CONDUCTOR PRINCIPAL		AAAC-240	AAAC-240	AAAC-240	AAAC-240	AAAC-240	AAAC-240	AAAC-240	AAAC-240	AAAC-240	AAAC-240	AAAC-240	AAAC-240	AAAC-240



ESTACIÓN	V-0							V-1	V-1				V2-T16	V2-T16				
JUSTICIA PARCIAL	100.00	90.00	90.00	130.00	135.89	30.00	100.00	112.53	130.12	97.13	20.00	143.00	142.41					
DISTANCIA ACUMULADA	0.00	80.24	100.00	191.77	321.66	451.55	551.55	651.55	781.67	881.67	901.67	1044.67	1187.08	1329.49				
COTA DE TERRENO	51.00	50.00	50.00	48.86	48.66	49.55	51.32	50.56	50.61	50.61	50.64	50.66	50.47	50.41	50.30	50.09	50.16	50.16
TPO DE TERRENO	Terreno de Cultivo																	
PROPIETARIO																		



<p>H DRANDINA S.A. GERENCIA DE PROYECTOS</p>					<p>LST 60 KV SE TRUJILLO SUR - SE VIRU PERFIL Y PLANIMETRÍA SE TRUJILLO SUR - SE VIRU 0+0.00km A 1+320.88km</p>					<p>FECHA : ABRIL-04</p>		<p>PLANO N°: LST-113</p>																																											
<p>CONTRATISTA / CONSULTOR:</p>					<p>SUPERVISOR:</p>					<p>ESCALA : H = 1/2000 V = 1/500</p>		<p>HOGA : 1/35</p>																																											
<p>FORMATO: A-1</p>					<p>EPTO./EST.: LA LIBERTAD PROV.: TRUJILLO DIST.: VARIOS</p>					<p>DIS. WSI: DIR. J.C.E. REV. C.M.P. APR. C.C.</p>																																													
<table border="1"> <tr><th>N°</th><th>DESCRIPCIÓN</th><th>FECHA</th><th>DISEÑO</th><th>DEBILLO</th><th>REVISO</th><th>APROBÓ</th></tr> <tr><td>5</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>					N°	DESCRIPCIÓN	FECHA	DISEÑO	DEBILLO	REVISO	APROBÓ	5							4							3							2							1															
N°	DESCRIPCIÓN	FECHA	DISEÑO	DEBILLO	REVISO	APROBÓ																																																	
5																																																							
4																																																							
3																																																							
2																																																							
1																																																							