

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**

**FACULTAD DE INGENIERIA MECÁNICA**



**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA LÍNEA DE  
TRANSMISIÓN ELECTRICA EN 2.3KV EN UN  
RECORRIDO DE 1.4KM PARA TRANSMITIR 300KVA A  
UN NUEVO TALLER DE FABRICACIONES**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

**PRESENTADO POR**

**LUIS ALEJANDRO ROJAS HERENCIA**

**PROMOCIÓN 2010- II**

**LIMA-PERÚ**

**2014**

**El presente trabajo está dedicado a mi  
familia, por su incondicional apoyo**

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a mis profesores y amigos por su apoyo y orientación para el desarrollo del presente trabajo

## **TABLA DE CONTENIDO**

<b>Prólogo</b> .....	
<b>CAPITULO 1: Introducción</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1.</b> Antecedentes .....	1
<b>1.2.</b> Objetivo general .....	1
<b>1.3.</b> Objetivos específicos.....	1
<b>1.4.</b> Justificación .....	1
<b>1.5.</b> Alcances .....	2
<b>1.6.</b> Limitaciones .....	2
<b>CAPITULO 2:</b> .....	<b>3</b>
<b>PROYECTO DE EXPANSIÓN DE PLANTA DE CEMENTO</b> .....	<b>3</b>
<b>2.1.</b> Descripción del proyecto.....	3
<b>2.2.</b> Presentación del alcance de la ampliación de capacidad.....	5
<b>CAPITULO 3:</b> .....	<b>6</b>
<b>IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA Y ANÁLISIS DE ALTERNATIVA</b> .....	<b>6</b>
<b>3.1.</b> Identificación del problema.....	6
<b>3.2.</b> Análisis de soluciones .....	7
3.2.1. Grupo electrógeno.....	7
3.2.2. Tendido eléctrico .....	13
3.2.3. Evaluación y comparación.....	15
<b>CAPITULO 4:</b> .....	<b>16</b>
<b>FUNDAMENTO TEÓRICO</b> .....	<b>16</b>
<b>4.1.</b> Línea de transmisión de energía eléctrica .....	16
4.1.1. Sistema de Transmisión .....	16
4.1.2. Concepto de línea de transmisión .....	16
<b>4.2.</b> Características eléctricas de una línea de transmisión .....	17
<b>4.3.</b> Características mecánicas de una línea de transmisión .....	18

4.4.	Aparamenta eléctrica.....	20
4.5.	Sistemas de protección y medición. ....	22
<b>CAPITULO 5.....</b>		<b>25</b>
<b>DESARROLLO.....</b>		<b>25</b>
5.1.	Diseño eléctrico de la línea eléctrica .....	25
5.1.1.	Definición del alcance .....	25
5.1.2.	Ingeniería de detalle.....	26
5.2.	Diseño mecánico de la línea eléctrica .....	30
5.2.1.	Definición del alcance .....	30
5.2.2.	Ingeniería de detalle.....	30
5.3.	Selección de Materiales y Gestión de Adquisiciones.....	36
5.3.2.	Colocación de órdenes de compra .....	38
5.3.3.	Protocolo de prueba de equipos .....	38
5.4.	Implementación del tendido eléctrico .....	39
5.4.1.	Replanteo topográfico.....	41
5.4.2.	Colocación de postes .....	42
5.4.3.	Tendido del cable eléctrico .....	43
5.4.4.	Ubicación de equipos.....	44
5.4.5.	Ejecución de terminales y conexionado.....	45
5.5.	Pruebas y puesta en funcionamiento .....	45
5.5.1.	Pruebas eléctricas.....	45
5.5.2.	Puesta en funcionamiento .....	46
<b>CONCLUSIONES.....</b>		<b>47</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>		<b>48</b>
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>		<b>49</b>
<b>APÉNDICE.....</b>		<b>50</b>

## LISTADO DE TABLAS

<b>Tabla 2.1</b> Disgregado de pesos por principales equipos y estructuras .....	5
<b>Tabla 3.1</b> Relación de equipos y estimado de consumo eléctrico en el taller .....	7
<b>Tabla 3.2:</b> Precio de venta de grupos electrógenos .....	10
<b>Tabla 3.3:</b> Precio de alquiler de grupos electrógenos (máquina seca) .....	11
<b>Tabla 3.4:</b> Costos por consumo de combustible .....	12
<b>Tabla 3.5:</b> Costos de materiales para tendido eléctrico.....	13
<b>Tabla 3.6:</b> Tarifa Eléctrica MT4 – Lima Sur .....	14
<b>Tabla 3.7:</b> Resumen de costos de tendido eléctrico .....	14
<b>Tabla 5.1:</b> Descripción de la línea y altitudes .....	25
<b>Tabla 5.2:</b> Especificaciones técnicas del transformador de distribución .....	28
<b>Tabla 5.3:</b> Especificaciones técnicas del trafomix .....	29
<b>Tabla 5.4:</b> Resultados DLTCAD.....	35
<b>Tabla 5.5:</b> Relación resumida de accesorios y ferretería eléctric.....	37
<b>Tabla 5.6:</b> Costos finales de implementación de la línea.....	38
<b>Tabla 5.7:</b> Detalle de enclavamiento de postes.....	42

## LISTADO DE FIGURAS

<b>Figura 2.1</b> Esquema del alcance de la Ampliación de capacidad de producción.....	4
<b>Figura 4.1:</b> Esquema de funcionamiento del medidor electromagnético.....	23
<b>Figura 5.1:</b> Esquema de conexionado de Trafomix Delta abierto .....	30
<b>Figura 5.2:</b> Ingreso de datos al software .....	34
<b>Figura 5.3:</b> Disposición final y recorrido.....	41
<b>Figura 5.4:</b> Instalación y fundación de postes.....	42
<b>Figura 5.5:</b> Disposición de los pararrayos y los seccionadores en los postes extremos .....	44

## **PRÓLOGO**

El presente trabajo muestra la evaluación de factibilidad, el diseño e implementación de un tendido de una línea de 2.3kV para alimentar eléctricamente a un taller de fabricaciones, como parte de un proyecto mayor de expansión de capacidad de producción de una planta de cemento.

En el primer capítulo se mencionan los objetivos, el porqué del presente informe. Se especifica el alcance del trabajo y se determina las limitaciones.

El segundo capítulo hace referencia al proyecto macro, la ampliación de capacidad de producción de la planta de cemento, de donde nace la necesidad de energizar un taller de fabricaciones y pre-ensambles.

El tercer capítulo aborda el problema de energización y plantea las alternativas de solución: usar grupos electrógenos o realizar un tendido eléctrico. Se comparan ambas alternativas tanto a nivel de costos como en tiempo de implementación.

El cuarto capítulo abarca el fundamento teórico requerido para poder implementar el tendido eléctrico. Se toca el tema de líneas de transmisión en media tensión y se dan las bases para el cálculo eléctrico y mecánico.

El quinto capítulo comprende el proceso de implementación de la línea, desde el levantamiento topográfico, cálculos eléctricos, mecánicos, adquisiciones de ferretería eléctrica, ejecución y conexionado de terminales. Se utilizó el software DLTCad para facilitar el cálculo de esfuerzos en el conductor y en los postes a instalar. Es el



capítulo principal del presente informe pues es la manera como se ejecutó lo diseñado y planteado.

En el trabajo incluye los protocolos de pruebas de los equipos instalados (transformador, trafomix, medidor) así como un registro fotográfico del proceso constructivo.

# **CAPITULO 1**

## **INTRODUCCIÓN**

### **1.1. Antecedentes**

Dado que se trata de una ampliación, las estructuras y equipos a montar son nuevos. El terreno a usarse como taller de pre-ensamble es un terreno baldío que no tiene ningún tipo de alimentación eléctrica. Todo lo que se implementará y montará es nuevo.

### **1.2. Objetivo general**

Demostrar la factibilidad y conveniencia de implementar una línea de 2.3kV para alimentar eléctricamente a un nuevo taller de fabricaciones

### **1.3. Objetivos específicos**

- Comprobar que es económicamente conveniente utilizar un tendido eléctrico en vez de utilizar grupos electrógenos para cargas durante tiempos prolongados (mayor a 6 meses).
- Desarrollar el diseño eléctrico y mecánico de una línea de 2.3kV.
- Implementar una línea de 2.3kV para alimentar a un taller de fabricaciones.

### **1.4. Justificación**

El presente trabajo nace como respuesta a la necesidad de llevar energía eléctrica a un nuevo taller de fabricaciones, ubicado lejos de alguna subestación o toma de energía.

### **1.5. Alcances**

Forma parte del alcance del presente trabajo dar una revisión general al proceso de diseño e implementación de una línea eléctrica en 2.3kV. Señalar los componentes necesarios para su funcionamiento, así como las etapas constructivas.

### **1.6. Limitaciones**

Si bien en el desarrollo del presente trabajo se mencionan pruebas a los equipos a instalar, no es del alcance de este informe el detalle referente a las pruebas eléctricas a transformadores ni puestas en marcha. Tampoco se incidirá en lo referente a la puesta a tierra de equipos y de la línea eléctrica

## **CAPITULO 2**

### **PROYECTO DE EXPANSIÓN DE PLANTA DE CEMENTO**

#### **2.1. Descripción del proyecto**

El Proyecto Integral comprende la modificación de los silos de almacenamiento de crudo para alimentación del horno, la modificación del propio Horno 1, incrementando su actual producción de 3,500 t-clk/día a 7,400 t-clk/día, así también la instalación de un nuevo sistema de molienda de caliza (PC4) y otro de clinker (PK4), similares a los existentes, con sus respectivos sistemas de alimentación y descarga. Se ha previsto también la construcción de nuevas canchas para almacenamiento de materiales, incluidos sus sistemas de apilado y recuperación, sin embargo, estos proyectos, así como otros complementarios, se realizarán a futuro, previéndose realizar una vez culminada la Segunda Etapa de la Ampliación. Todas estas nuevas instalaciones se han diseñado procurando en todos los casos minimizar los niveles de emisión de material particulado al medio ambiente así como la reducción del consumo de combustible para la producción de clinker mediante la optimización del sistema de intercambio de calor en el precalentador.

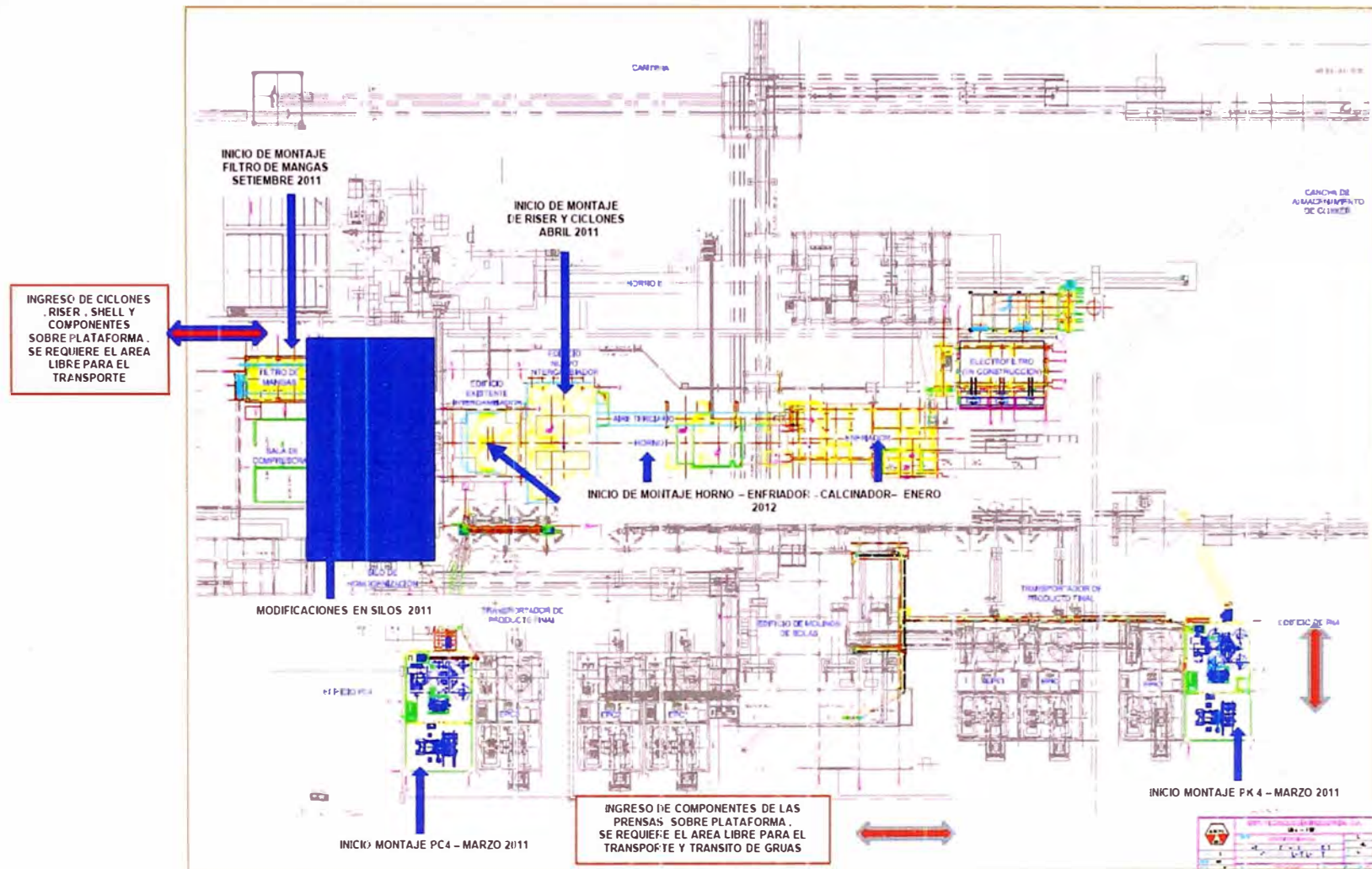


Figura 2.1 Esquema del alcance de la Ampliación de capacidad de producción

## **2.2. Presentación del alcance de la ampliación de capacidad**

La parte principal, o el corazón del proyecto, lo conforma la indicada ampliación de capacidad del Horno I propiamente dicha, que incluye la construcción de un nuevo precalentador (intercambiador de calor) con su respectivo sistema de alimentación, calcinador y ducto de aire terciario, un nuevo filtro de mangas de proceso, la modificación del sistema de ductos e incorporación de un nuevo ventilador para trabajar con los filtros mellizos existentes, la modificación parcial del horno, la instalación de un nuevo enfriador de clinker y la modificación de los actuales silos de homogenización y almacenamiento.

La ampliación de la capacidad de producción de la planta comprende el montaje de 6578.77 Tn de estructuras metálicas (Ver tabla 2.1). Y desmontar 3811.5 Tn.

**Tabla 2.1** Disgregado de pesos por principales equipos y estructuras

<b>DESCRIPCION</b>	<b>PESO PRESUPUESTADO (Kg)</b>
Preheater	946 161,00
Calcinador	356 128,00
Colectores de polvo	93 698,00
Filtro mangas	357 303,00
Tolvas	21 490,00
Enfriador	586 367,00
Separador	322 860,00
Desaglomerador	61 360,00
Canaletas	161 977,00
Ductos de polvo	29 480,00
Ductos en general	760 281,00
Elevadores	837 937,00
Ductos de Filtros Mellizos	65 000,00
Ductos de silos	26 800,00
Fajas transportadoras	162 639,70
Estructuras varias	273 751,00
Estructuras Precalentador	175 895,00
Equipos	281 392,00
Horno	437 975,00
Prensa	620 280,00
<b>Sub Total Montaje</b>	<b>6 578 774,70</b>

## **CAPITULO 3**

### **IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA Y ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS**

#### **3.1. Identificación del problema**

Para llevar a cabo el proyecto de expansión de la planta (capítulo 2) se fabricarán estructuras de grandes dimensiones y difíciles de transportar, es por ello que la empresa cementera decidió reservar una explanada, cercana a la planta, de aproximadamente 150m x 500m para utilizarlo como un taller de fabricaciones y pre-ensamblar allí las estructuras mayores.

Esta explanada, denominada a partir de ahora “taller de fabricaciones” se utilizará por un año, es decir, mientras dure el periodo de fabricación y pre-ensamble de estructuras. Este nuevo taller no cuenta con alimentación eléctrica.

Se realizaron las consultas a los responsables del área mecánica de pre-ensamble para determinar las cantidades y clases de equipos a utilizar, con dicha información se elaboró la siguiente tabla (ver tabla 1), donde se muestra el estimado de la carga eléctrica que se debe alimentar. Principalmente son: Máquinas de soldar, inversoras, esmeriles, taladros, reflectores, energía para oficinas, entre otros.

El tiempo de operación de este taller será de aproximadamente 12 meses

**Tabla 3.1** Relación de equipos y estimado de consumo eléctrico en el taller

	ESPECIFICACIONES DEL EQUIPO					CONSUMO TOTAL		
	Cant.	# Fases	Tensión	Potencia	Corriente	Corriente	Potencia	
			KV	KW	A		A	KW
<b>Equipos con tensión en 460V</b>		<b>3Ø</b>				<b>427,24</b>	<b>272,00</b>	<b>340,00</b>
Máquina de soldar 400A	20	3Ø	0,46	13,6	21,36	427,24	272,00	340,00
<b>Equipos con tensión en 230V</b>		<b>3Ø</b>				<b>35,50</b>	<b>11,30</b>	<b>14,13</b>
Container con aire acondicionado (4PCs)	2	3Ø	0,23	4,5	14,14	28,27	9,00	11,25
Aire acondicionado de oficinas	1	3Ø	0,23	2,3	7,23	7,23	2,30	2,88
<b>Equipos con tensión en 230V</b>		<b>1Ø</b>				<b>644,02</b>	<b>118,50</b>	<b>148,13</b>
Esmeril angular 7"	20	1Ø	0,23	2,5	13,59	271,74	50,00	62,50
Esmeril angular 4 1/2"	30	1Ø	0,23	0,7	3,80	114,13	21,00	26,25
Esmeril recto (Turbineta)	10	1Ø	0,23	0,6	3,26	32,61	6,00	7,50
Taladro base magnética 35mm	4	1Ø	0,23	1,5	8,15	32,61	6,00	7,50
Taladro eléctrico 3/4"	5	1Ø	0,23	0,6	3,26	16,30	3,00	3,75
Torna Hilti TE-76	10	1Ø	0,23	2	10,87	108,70	20,00	25,00
Demolidor BOSCH	5	1Ø	0,23	1,5	8,15	40,76	7,50	9,38
Horno portaelectrodos para soldador	20	1Ø	0,23	0,25	1,36	27,17	5,00	6,25
<b>CONSUMO TOTAL</b>							<b>401,80</b>	<b>502,25</b>

Para determinar el consumo total del taller se utilizó el coeficiente de simultaneidad (F.S.= 0.55) basado en la experiencia en este tipo de cargas y trabajos.

$$Carga\ total\ a\ alimentar = 502.25 \times F.S. = 276.375kVA$$

Por lo tanto se diseñó una alimentación para 276kVA.

### 3.2. Análisis de soluciones

Para tener energía eléctrica en el taller de fabricaciones podemos optar por dos alternativas: Usar grupos electrógenos y realizar un tendido eléctrico

#### 3.2.1. Grupo electrógeno

Un grupo electrógeno es una máquina que mueve un generador eléctrico a través de un motor de combustión interna.

Una de las utilidades más comunes es la de generar electricidad en aquellos lugares donde no hay suministro eléctrico, generalmente son zonas apartadas con



pocas infraestructuras y muy poco habitadas. Otro caso sería en locales de pública concurrencia, hospitales, industrias, etc., que a falta de energía eléctrica de red, necesiten de otra fuente de energía alterna para abastecerse. Un grupo electrógeno consta de las siguientes partes:

- **Motor.** Existe dos tipos de motores: motores de gasolina y de gasoil (diésel). Generalmente los motores diésel son los más utilizados en los grupos electrógenos por sus prestaciones mecánicas, ecológicas y económicas.

- **Regulación del motor.** El regulador del motor es un dispositivo mecánico diseñado para mantener una velocidad constante del motor con relación a los requisitos de carga. La velocidad del motor está directamente relacionada con la frecuencia de salida del alternador, por lo que cualquier variación de la velocidad del motor afectará a la frecuencia de la potencia de salida.

- **Sistema eléctrico del motor.** El sistema eléctrico del motor es de 12 V o 24 V, negativo a masa. El sistema incluye un motor de arranque eléctrico, una/s batería/s, y los sensores y dispositivos de alarmas de los que disponga el motor. Normalmente, un motor dispone de un manocontacto de presión de aceite, un termocontacto de temperatura y de un contacto en el alternador de carga del motor para detectar un fallo de carga en la batería.

- **Sistema de refrigeración.** El sistema de refrigeración del motor puede ser por medio de agua, aceite o aire. El sistema de refrigeración por aire consiste en un ventilador de gran capacidad que hace pasar aire frío a lo largo del motor para enfriarlo. El sistema de refrigeración por agua/aceite consta de un radiador, un ventilador interior para enfriar sus propios componentes.

- **Alternador.** La energía eléctrica de salida se produce por medio de un

---

alternador apantallado, protegido contra salpicaduras, autoexcitado, autorregulado y sin escobillas acoplado con precisión al motor, aunque también se pueden acoplar alternadores con escobillas para aquellos grupos cuyo funcionamiento vaya a ser limitado y, en ninguna circunstancia, forzado a regímenes mayores.

- **Aislamiento de la vibración.** El grupo electrógeno está dotado de tacos antivibrantes diseñados para reducir las vibraciones transmitidas por el grupo motor-alternador. Estos aisladores están colocados entre la base del motor, del alternador, del cuadro de mando y la bancada.

- **Silenciador y sistema de escape.** El silenciador va instalado al motor para reducir la emisión de ruido.

- **Sistema de control.** Se puede instalar uno de los diferentes tipos de paneles y sistemas de control para controlar el funcionamiento y salida del grupo y para protegerlo contra posibles fallos en el funcionamiento. El manual del sistema de control proporciona información detallada del sistema que está instalado en el grupo electrógeno.

- **Interruptor automático de salida.** Para proteger al alternador, se suministra un interruptor automático de salida adecuado para el modelo y régimen de salida del grupo electrógeno con control manual. Para grupos electrógenos con control automático se protege el alternador mediante contactores adecuados para el modelo adecuado y régimen de salida.

**Otros accesorios instalables en un grupo electrógeno.** Además de lo mencionado anteriormente, existen otros dispositivos que nos ayudan a controlar y mantener, de forma automática, el correcto funcionamiento del mismo. Para la

regulación automática de la velocidad del motor se emplean una tarjeta electrónica de control para la señal de entrada "pick-up" y salida del "actuador".

### 3.2.1.1. Evaluación del Uso de un grupo electrógeno

Según los requerimientos de capacidad del nuevo taller de fabricaciones (300kVA) se seleccionarán y cotizarán grupos electrógenos para esa capacidad.

**Tabla 3.2:** Precio de venta de grupos electrógenos

MODELO	POTENCIA				MODELO DE MOTOR	PRECIO (\$)
	PRIME		STAND BY			
	KW	KVA	KW	KVA		
GL-09	8	10	9	11	LPW2G	\$ 7 975,25
GL-14	12	15	13	17	LPW3G	\$ 8 440,75
GL-18	16	20	18	22	LPW4G	\$ 9 367,00
GL-22	20	25	22	27	LPWX4	\$ 9 690,00
GP-30	27	34	30	38	1103A-33G	\$ 11 366,75
GP-45	41	51	45	57	1103A-33TG1	\$ 12 739,50
GP-60	52	65	57	72	1103A-33TG2	\$ 13 960,25
GP-80	68	86	75	94	1104A-44TG2	\$ 15 209,50
GP-105	91	114	100	125	1104C-44TAG2	\$ 17 841,00
GP-110	93	116	102	128	1006TG2A	\$ 20 596,00
GP-135	118	148	130	162	1006TAG	\$ 23 123,00
GP-150	130	163	143	179	1106C-E66TAG3	\$ 27 497,75
GP-180	164	205	180	225	1106C-E66TAG4	\$ 29 260,00
GC-200	180	225	200	250	6CTAA8.3-G2	\$ 31 035,55
GC-220	200	250	220	275	NTA855-GA	\$ 32 727,50
GC-300	275	344	300	375	NTA855-G1B	<b>\$ 42 560,00</b>
GC-350	315	394	350	438	NTA855-G3	<b>\$ 46 863,50</b>
GC-400	350	438	400	500	KTA19-G2	<b>\$ 56 050,00</b>
GP-460	409	511	450	562	2506A-E15TAG3	\$ 57 760,00
GP-480	453	566	498	622	2506C-E15TAG3	\$ 59 147,00
GP-515	504	630	554	693	2506C-E15TAG4	\$ 59 517,50
GP-570	510	637	561	701	2806A- E18TAG1A	\$ 78 341,75
GP-615	557	696	613	766	2806A-E18TAG3	\$ 86 673,25
GC-680	620	775	680	850	KT38-G	\$ 111 078,75
GC-800	725	906	800	1000	KTA38-G2	\$ 124 070,00
GC-880	800	1000	880	1100	KTA38-G2A	\$ 137 446,00
GC-1000	900	1125	1000	1250	KTA38-G4	\$ 175 246,50
GC-1100	1000	1250	1100	1375	KTA38-G9	\$ 192 498,50
GM-1760	1600	2000	1760	2200	12V4000G83	\$ 372 452,25
GM-2200	2000	2500	2200	2750	16V4000G83	\$ 459 106,50

**Tabla 3.3:** Precio de alquiler de grupos electrógenos (máquina seca)

KW	UNIDAD TRIMESTRAL (90DÍAS CALENDARIO)				UNIDAD MENSUAL(30 DÍAS CALENDARIO)			
	HORA EXTRA	MODALIDAD HASTA 240 HORAS	MODALIDAD FULL TIME 720 HORAS	STAND BY 30 HORAS	HORA EXTRA	MODALIDAD HASTA 240 HORAS	MODALIDAD FULL TIME 720 HORAS	STAND BY 30 HORAS
5	S/. 6,06	S/. 1 454,64	S/. 3 927,53	S/. 1 018,25	S/. 6,70	S/. 1 607,76	S/. 4 582,12	S/. 1 125,43
10	S/. 8,93	S/. 2 143,68	S/. 5 787,94	S/. 1 500,58	S/. 9,89	S/. 2 373,36	S/. 6 764,08	S/. 1 661,35
15	S/. 8,93	S/. 2 143,68	S/. 5 787,94	S/. 1 500,58	S/. 9,89	S/. 2 373,36	S/. 6 764,08	S/. 1 661,35
20	S/. 10,21	S/. 2 449,92	S/. 6 614,78	S/. 1 714,94	S/. 11,17	S/. 2 679,60	S/. 7 636,86	S/. 1 875,72
30	S/. 11,48	S/. 2 756,16	S/. 7 441,63	S/. 1 929,31	S/. 12,76	S/. 3 062,40	S/. 8 727,84	S/. 2 143,68
40	S/. 13,08	S/. 3 138,96	S/. 8 475,19	S/. 2 197,27	S/. 14,36	S/. 3 446,40	S/. 9 822,24	S/. 2 412,48
50	S/. 13,40	S/. 3 215,52	S/. 8 681,90	S/. 2 250,86	S/. 16,59	S/. 3 981,60	S/. 11 347,56	S/. 2 787,12
60	S/. 14,67	S/. 3 521,76	S/. 9 508,75	S/. 2 465,23	S/. 17,55	S/. 4 212,00	S/. 12 004,20	S/. 2 948,40
70	S/. 16,91	S/. 4 057,68	S/. 10 955,74	S/. 2 840,38	S/. 18,50	S/. 4 440,48	S/. 12 655,37	S/. 3 108,34
80	S/. 19,78	S/. 4 746,72	S/. 12 816,14	S/. 3 322,70	S/. 20,74	S/. 4 976,40	S/. 14 182,74	S/. 3 483,48
100	S/. 21,05	S/. 5 052,96	S/. 13 642,99	S/. 3 537,07	S/. 22,01	S/. 5 282,64	S/. 15 055,52	S/. 3 697,85
120	S/. 24,56	S/. 5 895,12	S/. 14 148,29	S/. 4 126,58	S/. 25,52	S/. 6 124,80	S/. 17 455,68	S/. 4 287,36
150	S/. 26,48	S/. 6 354,48	S/. 15 250,75	S/. 4 448,14	S/. 27,43	S/. 6 584,16	S/. 18 764,86	S/. 4 608,91
160	S/. 27,12	S/. 6 507,60	S/. 15 618,24	S/. 4 555,32	S/. 28,07	S/. 6 737,28	S/. 19 201,25	S/. 4 716,10
200	S/. 29,99	S/. 7 196,64	<b>S/. 17 271,94</b>	S/. 5 037,65	S/. 34,45	S/. 8 268,00	S/. 23 563,80	S/. 5 787,60
250	S/. 33,50	S/. 8 038,80	<b>S/. 19 293,12</b>	S/. 5 627,16	S/. 37,96	S/. 9 110,40	S/. 25 964,64	S/. 6 377,28
300	S/. 37,00	S/. 8 880,96	<b>S/. 21 314,30</b>	S/. 6 216,67	S/. 39,24	S/. 9 417,60	S/. 26 840,16	S/. 6 592,32
320	S/. 38,28	S/. 9 187,20	<b>S/. 22 049,28</b>	S/. 6 431,04	S/. 41,47	S/. 9 952,80	S/. 28 365,48	S/. 6 966,96
350	S/. 40,51	S/. 9 723,12	S/. 23 335,49	S/. 6 806,18	S/. 44,98	S/. 10 795,20	S/. 30 766,32	S/. 7 556,64
400	S/. 44,02	S/. 10 565,28	S/. 25 356,67	S/. 7 395,70	S/. 50,08	S/. 12 019,20	S/. 34 254,72	S/. 8 413,44
500	S/. 49,13	S/. 11 790,24	S/. 28 296,58	S/. 8 253,17	S/. 53,59	S/. 12 861,60	S/. 36 655,56	S/. 9 003,12
550	S/. 52,64	S/. 12 632,40	S/. 30 317,76	S/. 8 842,68	S/. 60,61	S/. 14 546,40	S/. 41 457,24	S/. 10 182,48
600	S/. 59,65	S/. 14 316,72	S/. 34 360,13	S/. 10 021,70	S/. 74,65	S/. 17 916,00	S/. 51 060,60	S/. 12 541,20
800	S/. 73,69	S/. 17 685,36	S/. 42 444,86	S/. 12 379,75	S/. 88,68	S/. 21 283,20	S/. 60 657,12	S/. 14 898,24
1000	S/. 87,73	S/. 21 054,00	S/. 50 529,60	S/. 14 737,80	S/. 97,55	S/. 23 412,00	S/. 66 724,20	S/. 16 388,40

### 3.2.1.2. Análisis de costos

Cotizando con proveedores de grupos electrógenos se ha podido completar los siguientes cuadros: Precios de Venta (Tabla n°2) y Precios de alquiler de máquina seca (Tabla n°3). Teniendo en cuenta el tiempo estimado de operación del taller (12 meses) se tiene lo siguiente:

#### Costo de Compra

El costo de adquisición de un grupo electrógeno (300KVA) es de: 42 560.00\$, aprox:  $C = S/.114\ 912.00$

#### Costo de Alquiler (máquina seca por 12 meses)

Según lo revisado (ver tabla 3.3) el costo de alquiler de un grupo electrógeno (300KVA) es de:

$$C = S/.21\ 314.30 \times 4 = S/.85\ 257,20$$

Luego de revisar ambos costos notamos que el costo de compra es 33% superior al costo de alquiler. Proyectándonos a que el tiempo de operación del taller se prolongará, deberíamos elegir comprar un grupo nuevo.

### 3.2.1.3. Ratios y Consumo de combustible

Considerando el consumo y costo de combustible podemos determinar el costo diario, mensual y anual del grupo electrógeno

**Tabla 3.4:** Costos por consumo de combustible

	KVA	CONSUMO DE COMBUSTIBLE			COSTO EN COMBUSTIBLE			
		Gl / h	H	Gl / día	Precio Diesel / Gl	Costo Diario	Costo Mensual	Costo Anual
Equipo de 25kW	31,25	1,0	12	12	S/. 12,00	S/. 144,00	S/. 4 320,00	S/. 51 840,00
Equipo de 30kW	37,5	1,2	12	14,4	S/. 12,00	S/. 172,80	S/. 5 184,00	S/. 62 208,00
Equipo de 40kW	50	1,6	12	19,2	S/. 12,00	S/. 230,40	S/. 6 912,00	S/. 82 944,00
Equipo de 120kW	150	5,0	12	60	S/. 12,00	S/. 720,00	S/. 21 600,00	S/. 259 200,00
Equipo de 150kW	187,5	6,0	12	72	S/. 12,00	S/. 864,00	S/. 25 920,00	S/. 311 040,00
Equipo de 180kW	225	6,0	12	72	S/. 12,00	S/. 864,00	S/. 25 920,00	S/. 311 040,00
Equipo de 250kW	312,5	8,0	12	96	S/. 12,00	S/. 1 152,00	S/. 34 560,00	S/. 414 720,00
Equipo de 300kW	375	9,0	12	108	S/. 12,00	S/. 1 296,00	S/. 38 880,00	S/. 466 560,00

Se puede apreciar el fuerte impacto que representa el gasto en combustible, considerando que solo se hizo el cálculo para 12 horas de trabajo.

### 3.2.2. Tendido eléctrico

Se estimó el costo de implementar la línea eléctrica. Para ello se cotizaron cables de media tensión autoportantes, postes de concreto y se estimó el costo de los accesorios.

**Tabla 3.5:** Costos de materiales para tendido eléctrico

Tipo	Monto (S/.)
Accesorios	3.000,00
Aparamenta	2.500,00
Cables	52.000,00
Equipos	10.000,00
Ferretería eléctrica	3.000,00
Poste	19.000,00
Puesta a tierra	1.500,00
<b>Total general</b>	<b>91.000,00</b>

También se estimó el costo de la mano de obra requerida para la implementación

Costo HH: 12S/./h

Cuadrilla: 4 personas en promedio

Horas diarias de trabajo: 10h

Tiempo de implementación: 2meses (60días)

$$\text{Costo}_{HH} = 12 * 4 * 10 * 60 = S/.28\ 800$$

**Tabla 3.6:** Tarifa Eléctrica MT4 – Lima Sur

<b>TARIFA MT4: TARIFA CON SIMPLE MEDICIÓN DE ENERGÍA ACTIVA Y CONTRATACIÓN O MEDICIÓN DE UNA POTENCIA 1E1P</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>TARIFA</b>
Cargo Fijo Mensual	S./mes	3.02
Cargo por Energía Activa	ctm. S./kW.h	15.02
Cargo por Potencia Activa de generación para Usuarios:		
Presentes en Punta	S./kW-mes	34.29
Presentes Fuera de Punta	S./kW-mes	23.36
Cargo por Potencia Activa de redes de distribución para Usuarios:		
Presentes en Punta	S./kW-mes	10.01
<b>Presentes Fuera de Punta</b>	<b>S./kW-mes</b>	<b>10.00</b>
Cargo por Energía Reactiva que exceda el 30% del total de la Energía Activa	ctm. S./kVar.h	3.59

En conversaciones con el cliente se acordó que éste nos cobraría por la energía eléctrica que utilizemos. El precio se estableció de acuerdo a la tarifa eléctrica de distribución de potencia activa en media tensión para horas fuera de punta (Ver tabla 3.6). No se nos cobrará ningún cargo por energía reactiva pues esta no llegará a ser más del 30% de la energía activa.

Teniendo en cuenta la potencia activa de diseño: 220kW entonces tenemos un costo mensual promedio de S/. 2200.00, por lo tanto, para un año se tiene:

$$Costo_{kW} = 2200 \times 12 = S/.26400$$

En resumen, el costo de implementar y utilizar un tendido eléctrico se muestra en la tabla 3.7 (el costo de suministro de la energía es por un año)

**Tabla 3.7:** Resumen de costos de tendido eléctrico

<b>Tipo</b>	<b>Monto (S/.)</b>
Materiales	91.000,00
Mano de obra	28.800,00
Potencia activa	26.400,00
<b>Total general</b>	<b>146.200,00</b>

### **3.2.3. Evaluación y comparación**

Resulta clara la diferencia en costos finales entre usar grupos electrógenos o tender una línea eléctrica, por un lado, el grupo electrógeno y el combustible para utilizarlo por un año resulta en S/.581000. Por otro lado, el implementar un tendido eléctrico en media tensión, y pagar el consumo de energía por un año resulta en S/. 146000. Es por ello que se optó por realizar el tendido eléctrico.

El único inconveniente fue el tiempo de implementación, pues, aparte de la fabricación de cable (3 semanas) se requerían una sucesión de permisos. se requería contratar una cuadrilla especialista en tendido.

Finalmente se tomó un tiempo de implementación de la línea de 3 meses.



## **CAPITULO 4**

### **FUNDAMENTO TEÓRICO**

#### **4.1. Línea de transmisión de energía eléctrica**

##### **4.1.1. Sistema de Transmisión**

La función de un sistema de transmisión eléctrico en general es transportar la energía desde las unidades generadoras hasta el sistema de distribución. Para este objetivo se emplean líneas de transmisión que conectan a la red de transmisión los generadores y subestaciones de distribución, (así como las diversas áreas de la red de transmisión).

Usualmente, la ingeniería para un proyecto de línea de transmisión, puede ser dividido en tres categorías principales: planeamiento del sistema, diseño eléctrico y diseño mecánico de los componentes de la línea. Este trabajo se enfocará principalmente en los últimos dos aspectos señalados.

##### **4.1.2. Concepto de línea de transmisión**

Una línea de transmisión se puede decir que es una adaptación de componentes destinados al transporte de energía eléctrica en bloques considerables. Está constituida por conductores tendidos en espacios abiertos y que están soportados por estructuras con los accesorios necesarios para la fijación, separación y aislamiento de los mismos conductores a las estructuras que los soportan.

En el campo de la ingeniería de sistemas de potencia, una línea de transmisión de energía eléctrica se define también como el conjunto formado por cables conductores y cables autoportante sujetos en soportes o estructuras los cuales van separados a una cierta distancia llamada claro o vano.

#### **4.2. Características eléctricas de una línea de transmisión**

Teniendo en cuenta que el tendido eléctrico se efectuará en lima (menor a 1000msnm) donde se cuenta con un clima estable (no hay fuertes vientos, congelamiento del conductor ni altas temperaturas), teniendo en cuenta la reducida longitud de trayecto (1.4km, y por ende, vanos de mediana longitud), podemos evitar utilizar algunas ecuaciones imprescindibles en líneas de mayores dimensiones (ecuaciones de estado). Más bien, nos centraremos en el cálculo de la capacidad de transmisión y el cálculo de la caída de tensión.

#### **Cálculo de la capacidad de transmisión**

Ecuación básica:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} * V}$$

#### **Cálculo de caída de tensión**

La ecuación para calcular redes aéreas eléctricas es la siguiente:

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} * \rho * L * I * fdp}{S}$$

Donde:

$\rho$  = Resistividad del elemento conductor en  $\Omega \cdot mm^2/m$

$L$  = Longitud del tramo en m

$I$  = Intensidad de corriente a transportar en A

$fdp$  = Factor de potencia

$S$  = Sección transversal del conductor en  $mm^2$

Para la selección de un conductor se debe tener en cuenta las consideraciones eléctricas, térmicas, mecánicas y químicas. Las principales características de cada una de ellas se pueden resumirse de la siguiente forma:

Consideraciones eléctricas: tamaño (capacidad de corriente), tipo y espesor de la aislación, nivel de tensión (baja, media o alta), capacidad dieléctrica, resistencia de aislación, factor de potencia.

Consideraciones térmicas: compatibilidad con el ambiente, dilatación de la aislación, resistencia térmica.

Consideraciones mecánicas: flexibilidad, tipo de chaqueta exterior, armado, resistencia impacto, abrasión, contaminación.

Consideraciones químicas: aceites, llamas, ozono, luz solar, ácidos.

### **4.3. Características mecánicas de una línea de transmisión**

El cálculo mecánico consiste en la determinación de las tensiones mecánicas que soportan y las flechas que asumen los conductores de fase y el cable de guardia.

Se calculan las tensiones mecánicas para verificar que en ningún caso, cualquiera sea la carga, se supere el límite de rotura elástica o por fatiga del conductor. En la práctica y en base a experiencias de líneas existentes, para cada tipo de conductor y región climática, se normalizan las tensiones máximas admisibles en los conductores, para limitar las averías de las líneas eléctricas evitar el sobredimensionamiento del soporte y racionalizar los cálculos.

La flecha se calcula para que ningún caso asuma valores mayores que reduzcan la altura mínima de los conductores sobre el suelo. A igual que las tensiones, las alturas mínimas respecto al suelo se encuentran normalizadas en función de la zona que atraviesa la línea.

#### **4.3.1. Cálculos mecánicos de estructuras y retenidas**

Estos cálculos tienen por objeto determinar las cargas mecánicas en los postes, cables de retenidas y sus accesorios, de tal manera que en las condiciones más

críticas, es decir a temperatura mínima y máxima de velocidad de viento no se superen los esfuerzos máximos previstos en el Código Nacional de Electricidad Suministro.

Los factores de seguridad respecto a la carga de rotura, en condiciones normales, serán las siguientes:

- Postes de madera                    3
- Postes de concreto                    2
- Cables de retenida                    2
- Accesorios de ferretería            2

No se efectuarán cálculos en condiciones de emergencia, es decir, con rotura de conductor.

Formulas aplicables:

- Momento debido a la carga de viento sobre los conductores

$$MVC = (PV)(L)(f_c)(S Hi)Cos(\alpha/2)$$

- Momento debido a la carga de los conductores

$$MTC = 2(T_c)(S Hi)Sen(\alpha/2)$$

$$MVP = [(P_v)(h^2)(D_m + 2D_o)]/600$$

- Momento total en condiciones normales

$$MRN = MVC + MTC + MVP$$

- Esfuerzo del poste en la línea de empotramiento en poste de madera

$$R_H = \frac{MRN}{3,13 \times 10^{-5} \times (C)^3}$$

- Carga crítica en el poste de madera debida a cargas de compresión

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(kl)^2} \quad I = \frac{\pi D m^3 D_o}{64}$$

- Deflexión máxima del poste de madera

$$\delta = \frac{MRN}{3EI} \leq 4\%$$

- Carga en la punta del poste de concreto, en hipótesis de condiciones normales

$$QN = \frac{MRN}{(hl - 0,15)}$$

Donde:

Pv = Presión del viento sobre superficies cilíndricas

L = Longitud del vano, en m

TC = Carga del conductor portante en N

fC = Diámetro total del cable autoportante, en m

a = Angulo de desvío topográfico, en grados

Do = Diámetro del poste en la cabeza, en cm

Dm = Diámetro del poste en la línea de empotramiento, en cm

h = Altura libre del poste, en m

H = Altura de la carga en la estructura con respecto al suelo, en m

Wc = Masa total del cable autoportante, en kg/m

C = Circunferencia del poste en la línea de empotramiento, en cm

E = Módulo de Elasticidad del poste, a kN/cm<sup>2</sup>

I = Momento de inercia del poste, en cm<sup>4</sup>

l = Altura respecto al suelo del punto de ubicación de la retenida en el poste.

K = Factor que depende de la forma de fijación de los extremos del poste.

#### **4.4. Aparamenta eléctrica**

Aparamenta eléctrica es el conjunto de aparatos de maniobra, de regulación y control, de medida, incluidos los accesorios de las canalizaciones eléctricas, utilizados en las instalaciones eléctricas, cualquiera que sea su tensión. La aparamenta eléctrica generalmente se clasifica por su función: de maniobra, de protección, de medida, de regulación, de control, bobinas de reactancia y condensadores. A continuación se describen los principales y relacionados con el proyecto:

##### **4.4.1. Seccionador**

Aparato mecánico de conexión que por razones de seguridad, en posición de abierto asegura una distancia de seccionamiento que satisface unas condiciones específicas. Un seccionador es capaz de abrir o cerrar un circuito cuando la corriente a interrumpir o a establecer es despreciable o cuando no se produce

ningún cambio notable de tensión en los bornes de cada uno de los polos del seccionador. Debe ser capaz de soportar las corrientes que se presenten en condiciones normales del circuito y capaz de soportar durante un tiempo especificado, las corrientes que se presentan en condiciones anormales, como las de cortocircuito.

#### **4.4.2. Interruptor**

Aparato mecánico de conexión capaz de establecer, soportar e interrumpir la corriente en las condiciones normales del circuito y circunstancialmente las condiciones específicas de sobrecarga en servicio, así como soportar, durante un tiempo determinado, intensidades tales como las de cortocircuito. Es un aparato sin distancia de seccionamiento y en consecuencia aparecerá asociado a un seccionador

#### **4.4.3. Interruptor seccionador**

Interruptor que en posición de apertura satisface las condiciones de aislamiento especificadas para un seccionador. También es llamado seccionador en carga.

#### **4.4.4. Contactor**

Aparato mecánico de conexión, con una sola posición de reposo, que puede ser la de abierto o la de cerrado, accionado por cualquier forma de energía, menos la manual, y capaz de establecer, soportar e interrumpir corrientes en condiciones normales de circuito, incluidas las condiciones de sobrecarga en servicio. Ciertos contactores pueden ser capaces de establecer o interrumpir corrientes de cortocircuito.

A tenor de la fuente de energía que obliga al contactor a mantener la posición de trabajo, se distinguen los siguientes tipos:

- Contactor electromagnético.- El esfuerzo lo suministra un electroimán.
- Contactor neumático.- El esfuerzo proviene de un dispositivo de aire comprimido, sin utilizar medios eléctricos.
- Contactor electroneumático.- El dispositivo de aire comprimido es maniobrado por electroválvulas.
- Contactor con retención.- Una vez alcanzada la posición de trabajo, un

dispositivo de retención impide su retorno cuando se deja de alimentar con la fuente de accionamiento.

#### **4.4.5. Interruptor automático**

Aparato mecánico de conexión capaz de establecer, soportar e interrumpir la corriente en las condiciones normales del circuito y de interrumpir o establecer corrientes anormales como las de cortocircuito.

#### **4.4.6. Auto-seccionador**

Aparato que abre un circuito de forma automática, cuando dicho circuito está sin tensión, dejando fuera de servicio automáticamente una parte de la red cuando detecta un número discreto de veces una sobreintensidad en la misma. Siempre será utilizado en coordinación con interruptores automáticos con reenganche.

#### **4.4.7. Fusible**

Elemento que actúa por fusión dejando abierto al menos una fase del circuito, destinado a proteger una instalación o parte de ella contra sobreintensidades.

Presenta una envoltura aislante y refractaria cerrada en sus extremos por dos cazoletas o tapaderas metálicas. En el interior se aloja el elemento fusible, compuesto por hilos de aleación especial de plata, arrollado sobre un soporte de material aislante y refractario. Entre el hilo y la envoltura se encuentra una materia inerte (arena de cuarzo) que contribuye a la extinción del arco en el momento de la fusión.

Dispone de un percutor para señalar su fusión o para actuar sobre otros dispositivos y provocar la apertura de un interruptor.

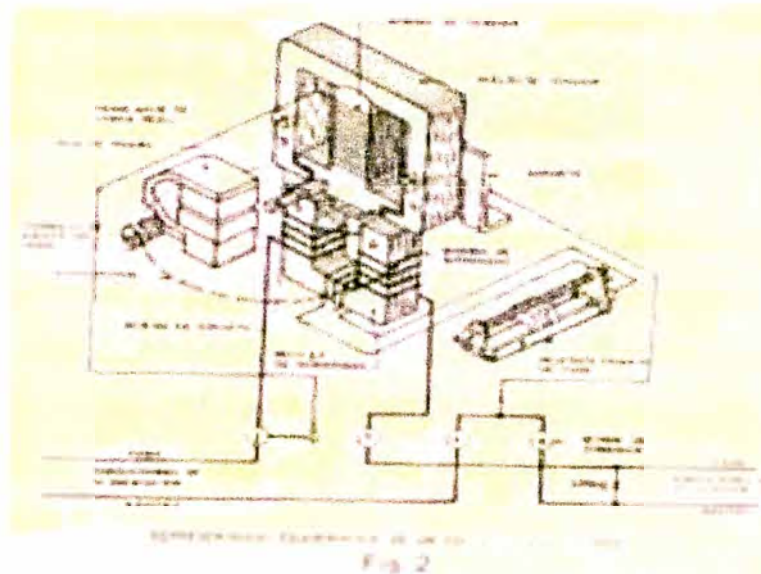
### **4.5. Sistemas de medición.**

Los medidores de energía son aparatos usados para la medida del consumo de energía. Existen varios tipos de medidores dependiendo de su construcción, tipo de energía que mide, clase de precisión y conexión a la red eléctrica.

Funcionamiento: el medidor electromecánico utiliza dos juegos de bobinas que producen campos magnéticos; estos campos actúan sobre un disco conductor magnético en donde se producen corrientes parásitas.

La acción de las corrientes parásitas producidas por las bobinas de corriente sobre el

campo magnéticas de las bobinas de voltaje y la acción de las corrientes parásitas producidas por las bobinas de voltaje sobre el campo magnético de las bobinas de corriente dan un resultado vectorial tal, que produce un par de giros sobre el disco. El par de giro es proporcional a la potencia con sumida por el circuito.



**Figura 4.5.1.** Medidor de energía eléctrica de inducción. Fuente: [1], p. 100.

El disco está soportado en campos magnéticos y soportes de rubí para disminuir la fricción, un sistema de engranes transmite el movimiento del disco a las agujas que cuentan el número de vueltas del medidor. A mayor potencia más rápido gira el disco, acumulando más giros conforme pasa el tiempo.

Las tensiones máximas que soportan los medidores electrónicos son de aproximadamente 600 voltios y las corrientes máximas pueden ser de hasta 200 amperios. Cuando las tensiones y las corrientes exceden estos límites se requieren transformadores de medición de tensión y de corriente. Se utilizan factores de conversión para calcular el consumo en dichos casos.

Los medidores de energía eléctrica, o contadores, utilizados para realizar el control del consumo, pueden clasificarse en tres grupos:

#### **4.5.1. Medidores electromagnéticos**

También llamados medidores de inducción, compuesto por un conversor electromecánico (básicamente un vatímetro con su sistema móvil de giro libre) que actúa sobre un disco, cuya velocidad de giro es proporcional a la potencia



demandada, provisto de un dispositivo integrador.

#### **4.5.2. Medidores electromagnéticos con registrador electrónico**

El disco giratorio del medidor de inducción se configura para generar un tren de pulsos (un valor determinado por cada rotación del disco, P.e. 5 pulsos) mediante un captador óptico que sensa marcas grabadas en su cara superior. Estos pulsos son procesados por un sistema digital el cual calcula y registra valores de energía y de demanda. El medidor y el registrador pueden estar alojados en la misma unidad o en módulos separados.

#### **4.5.3. Medidores totalmente electrónicos**

En estos medidores, la medición de energía y registro se realizan por medio de un proceso análogo-digital (sistema totalmente electrónico) utilizando un microprocesador y memorias. A su vez, de acuerdo a las facilidades implementadas, estos medidores se clasifican como:

- Medidores de demanda.- miden y almacenan la energía total y única demanda en las 24hrs. (un solo periodo, una sola tarifa)
- Medidores multitarea.- miden y almacenan energía y demanda en diferentes tramos de tiempo de las 24hrs, a los que le corresponden diferentes tarifas (cuadrantes multiples). Pueden registrar también la energía reactiva, factor de potencia y parámetros especiales adicionales.

Para los pequeños consumidores, industriales y domiciliarios, se mantiene aún el uso de medidores de inducción de energía activa y reactiva. Para los medianos consumidores se instalan generalmente medidores electrónicos. Para los grandes consumidores, a fin de facilitar la tarea de medición y control, el medidor permite además la supervisión a distancia vía modem (en muchas marcas incorporado al medidor).

## CAPITULO 5

### DESARROLLO

#### 5.1. Diseño eléctrico de la línea eléctrica

##### 5.1.1. Definición del alcance

Se instalará una línea de transmisión en 2.3kV para alimentar eléctricamente al nuevo taller de fabricaciones. Para ello se tomará energía eléctrica desde la subestación “cola de faja tubular”, específicamente la celda existente SM6-QM. En el exterior de dicha subestación se ubicará la celda de medición, compuesta por un medidor y un transformix. Luego se tenderán 1.4km de conductor autoportante.

En la siguiente tabla se muestra la longitud de la línea y las altitudes por las que atraviesa, clasificadas según las áreas que se establecen el ítem 250.B del Código Nacional de Electricidad:

**Tabla 5.1:** Descripción de la línea y altitudes

Descripción	N circuitos	Area 0	Area 1	Area 2	Area3	Total (km)
		<3000 msnm	3000-4000 msnm	4000-4500 msnm	>4500 msnm	
LT 2.3kV	1	1.4				1.4

Las altitudes por las que atraviesa la línea no superan los 300 msnm.

La importancia de la tabla anterior (Tabla 5.1) es que nos permite identificar la zona geográfica donde se instalará la línea y con ello podemos determinar que hipótesis de cálculo utilizar y cuales se pueden desestimar (hielo y viento en cables conductores)

Para elegir el tipo de conductor a utilizar se evaluaron varias alternativas optando por elegir un cable autoportante, pues la línea no es muy extensa ni va a gran altura, el cable portante será de acero.

De igual modo se optará por utilizar conductores de aluminio por su reducido costo respecto a los de cobre.

Finalmente se optó por el tipo de cable: NA2XS2Y-S donde:

- NA : Conductor de aluminio
- 2X : Aislamiento de polietileno reticulable XLPE
- S : Pantalla electrostática sobre el conductor
- 2Y : Cubierta de Polietileno termoplástico
- S : Cable portante de Acero

Las características principales de la línea de son las siguientes:

- Tensión nominal sistema : 2.3 kV
- Frecuencia del sistema : 60 Hz
- Disposición de conductores : Vertical
- Conductor : NA2XS2Y-S
- Estructuras : Postes de concreto de 8m y 12m

La tensión del sistema será de 2.3kV pues es la tensión de trabajo de la subestación más cercana.

El área de costos jugará un papel muy importante durante el desarrollo del trabajo, para la selección y compra de equipos, minimizando al máximo los costos.

## **5.1.2. Ingeniería de detalle**

### **5.1.2.1. Cálculo de capacidad de transmisión**

Se tiene que la carga a alimentar será de 276kVA. Además se tiene que la tensión de trabajo de la línea será de 2.3kV.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} * V} = \frac{276_{kVA}}{\sqrt{3} * 2.3_{kV}} = 69.113A$$

### 5.1.2.2. Selección de conductores

Se ha considerado el uso del conductor de aluminio NA2XS2Y-S, con las siguientes características:

- Sección nominal (mm<sup>2</sup>) : 3x35
- Diámetro sobre reunión (mm) : 56
- Masa unitaria (kg/km) : 1630
- Portante : Acero Galvanizado EHS de 7x2.03mm
- Carga de rotura (kN) : 29.58 (3020 kg-f)

Dimensiones del cable unipolar

- Diámetro del conductor (mm) : 7,6
- Espesor de aislamiento (mm) : 2,5
- Espesor de cubierta (mm) : 1,8
- Diámetro exterior (mm) : 22

### 5.1.2.3. Cálculo de caída de tensión

Se realizó el cálculo de caída de tensión teniendo en cuenta que la máxima perdida permisible de tensión será de 5%.

$$\rho = 0.0282_{\Omega \cdot mm^2 / m}$$

$$L = 1400m$$

$$I = 70A$$

$$fdp = 0.8$$

$$S = 35mm^2$$

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} * \rho * L * I * fdp}{S} = \frac{\sqrt{3} * 0.0282 * 1400 * 70 * 0.8}{35} = 109.28V$$

$$\Delta V = 4.75\%$$

#### 5.1.2.4. Selección de protecciones

El punto de suministro (Subestación cola de faja tubular) cuenta con un seccionador fusible de 200A (instalado, operado y de propiedad del cliente). En los extremos de la línea se instalarán pararrayos y seccionadores unipolares tipo Cut-out con fusible de 70A del tipo K.

Nuestras protecciones serán de 70A teniendo en cuenta nuestra potencia a transmitir de 276KVA.

#### 5.1.2.5. Dimensionamiento de transformador de potencia

Teniendo en cuenta la Potencia a consumir (276kVA), la tensión de suministro (2.3kV) y la tensión de trabajo requerida (440V) se indicaron los parámetros básicos del transformador, como es un transformador reductor se recomienda el grupo de conexión Yd5.

Para su selección final (Tanto la potencia, relación de tensión y grupo de conexión) se incluyó el costo y el tiempo de suministro.

Finalmente el cuadro siguiente muestra las especificaciones del Transformador que se adquirió.

**Tabla 5.2:** Especificaciones técnicas del transformador de distribución

Marca	CEA	Potencia	360kVA
Tipo	T3DO	Relación de Tensión	10/2.3//0.46/0.23 kV
Año de Fabricación	2011	Grupo de conexión	Dyn5
Norma	IEC 60076	Aislamiento Primario	12/ 28/ 75 kV
Frecuencia	60 Hz	Aislamiento Secundario	1.1/ 3 kV
Refrigeración	ONAN	Montaje	Exterior
Altitud	1000msnm	Peso Total	1450 kg

### 5.1.2.6. Selección de celda de medición

El cliente solicitó que se coloque una celda de medición al inicio de la línea a fin de determinar el consumo total de la línea y del taller de fabricaciones. Por ello se debió adquirir una celda de medición que se compone de los siguientes elementos:

Trafomix, que se encarga de transformar la tensión e intensidad de la línea a valores admisibles para la medición (220V, 5A).

Medidor electrónico, el cual puede sensar la energía activa, energía reactiva, V, I, fdp, máxima demanda, perfil de carga, entre otros.

**Tabla 5.3:** Especificaciones técnicas del trafomix

Marca	CEA	Potencia	2 x 50 VA
Tipo	TMEA-22	Relación de Tensión	2300 / 220 V
Año de Fabricación	2011	Relación de Intensidad	100 / 5 A
Norma	IEC 60044 1 y 2	Grupo de conexión	Delta Abierto
Frecuencia	60 Hz	Aislamiento Primario	12/ 28/ 75 kV
Refrigeración	ONAN	Aislamiento Secundario	1.1/ 3 kV
Altitud	1000msnm	Peso Total	120 kg

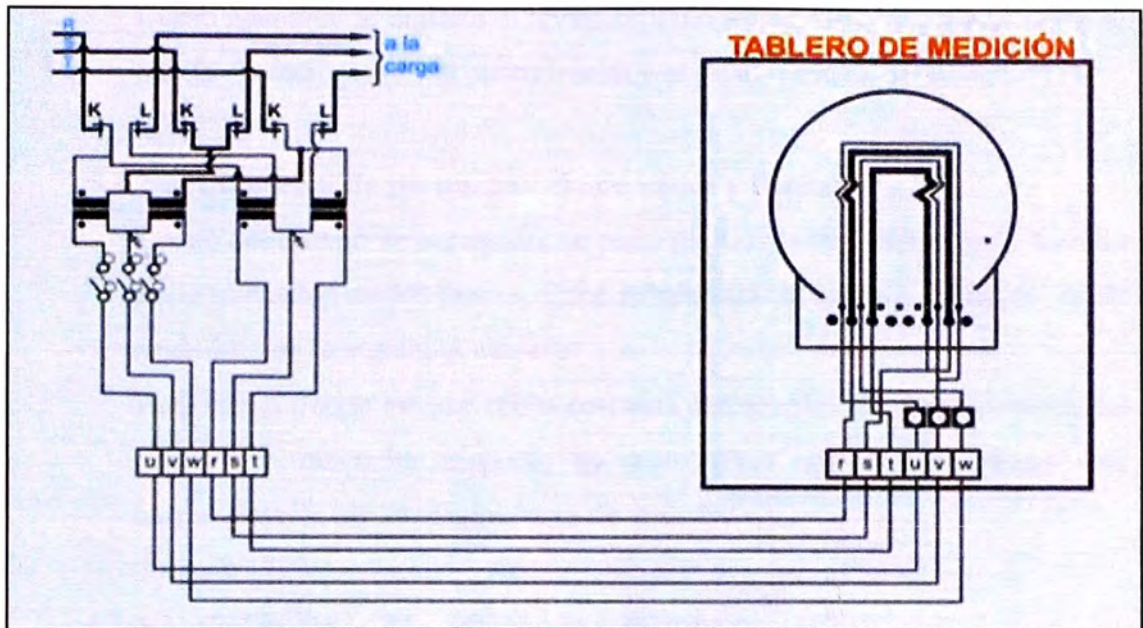


Figura 5.1: Esquema de conexionado de Trafomix Delta abierto

## 5.2. Diseño mecánico de la línea eléctrica

### 5.2.1. Definición del alcance

El cliente aceptó que usemos algunos de sus postes existentes para completar el recorrido, de esta manera no tuvimos que comprar todos los postes de concreto que el recorrido del tendido exigía. A pesar de ello, el área de costos nos pide minimizar el costo en las compras de accesorios de montaje.

El cliente permitió y nos dio la facilidad para instalar las retenidas necesarias para reforzar los postes existentes, a fin de que no haya repercusiones por soportar el peso y tensión del cable.

### 5.2.2. Ingeniería de detalle

#### 5.2.2.1. Estudio topográfico de la zona

Los criterios que se tomaron en cuenta para la selección del trazado de ruta fueron principalmente los siguientes:

- Escoger una poligonal que tenga la menor longitud posible y el menor número de vértices.
- Permanecer cerca de caminos existentes de modo que faciliten el transporte y el montaje en la ejecución de la obra.

Como apéndice se adjunta el levantamiento topográfico realizado. Se tiene que la elevación entre el punto inicial y el punto final es de 30.5m.

#### **5.2.2.2. Ubicación de postes, cálculo de vanos y flechas**

Luego del trabajo de topografía se pudo realizar la determinación y trazado de la ubicación de los postes. Cabe señalar que la altura mínima del cable se definió de la siguiente manera:

Para vanos donde no hay cruce con vías carrozables, la altura mínima del cable será de 6.5m respecto al suelo. Para vanos que cruzan vías carrozables, la altura mínima será de 9m

#### **5.2.2.3. Uso de retenidas, cálculo de esfuerzos.**

Las retenidas serán colocadas en aquellos postes donde el cable presente un cambio de dirección y donde el esfuerzo en el poste sea mayor. Es importante indicar que cuando el ángulo del cambio de dirección del cable sea menor a 30grados y se requiera usar una retenida, esta se colocará en la dirección de la bisectriz de las direcciones del cable

#### **5.2.2.4. Aplicación de software LTCAD VER2010**

El alcance de su aplicación abarca el diseño integral de una línea de transmisión de potencia. Basado en los modelos de Ingeniera de líneas de transmisión más actuales y aplicable con estándares Nacionales e Internacionales de modo que su aplicación sea factible en cualquier parte del Mundo.

Datos de entrada: El entorno de trabajo del software es en vista de planta y en vista de perfil, para lo cual utiliza como datos de entrada los datos del levantamiento topográfico en coordenadas UTM de la ruta de la línea o en formato de cotas-acumuladas (perfil topográfico) .

Bases de datos propias:

- Bases de datos de conductores: Una amplia gama de tipos de conductores del tipo AAC, AAAC, ASCR, ACAR, AG<sup>o</sup>, OPGW, CU. Con datos típicos estandarizados según Normas Internacionales y



Nacionales.

- Bases de datos de armados: Corresponde a las configuraciones geométricas de las estructuras que se requieren para el diseño de una línea. Dentro de esta gama se encuentran Armados para estructuras de madera, concreto, metálicos, torres de celosía, agrupados según aplicaciones típicas para Líneas de Distribución, Subtransmisión y Líneas de Trasmisión de Alta y muy Alta tensión.
- Bases de datos de Soportes: Corresponde al cuerpo de la estructura sobre el cual se forma la configuración geométrica de la estructura (postes de madera, postes de concreto, postes metálicos, cuerpo de las torres de celosía).

En cualquiera de los casos el usuario solo requiere seleccionar los elementos necesarios para su proyecto o en su defecto agregar o editar uno nuevo según su propia necesidad.

Principales opciones y cálculos que Desarrolla:

- Cálculo mecánico de conductores (con opción de utilizar el modelo Lineal y No Lineal para la deformación de conductores).
- Cálculo de las catenarias en una Línea de Trasmisión, tomando en cuenta el perfil topográfico, las deformaciones del conductor por efecto del esfuerzo y la fluencia debido al envejecimiento del material (efecto creep).
- Consideraciones generales para la definición de las hipótesis de cambio de estado, según Normas Peruanas y Normas Internacionales.
- Opciones de uso de múltiples conductores por fase aplicable para Líneas de Trasmisión de muy alta tensión (220kV, 380 kV, 440kV, 500kV).
- Análisis del comportamiento mecánico de las Líneas, en diferentes condiciones de operación (Oscilación de cadena, vibraciones mecánicas por galloping).
- Cálculo del límite de conducción por efecto térmico (Ampacity), basado en normas IEEE.

- Cálculo de parámetros eléctricos de una línea, basado en la configuración geométrica de las estructuras, tipo de conductor y el número de conductores por fase.
- Evaluación de la eficiencia de transmisión, tomando en cuenta las pérdidas transversales (por efecto Corona) y las pérdidas por efecto Joule.
- Cálculo de árboles de carga para las estructuras, con opciones de utilizar los factores de sobrecarga según Código Nacional Suministro o en su defecto opciones genéricas de factores de seguridad, lo que permite adecuarse a cualquier Norma Internacional.
- Optimización económica de la distribución de estructuras
- Cálculos de distancia mínima de seguridad vertical y lateral, tomando en cuenta los perfiles paralelos y/o obstáculos cercanos.
- Evaluación de límites de servidumbre
- Otras opciones.

#### Interfase de usuario (Software)

- Opera en plataforma WIN32 (Windows 2000, Windows XP, Windows Vista).
- Todas las opciones de diseño se ejecutan en una interfase gráfica muy amigable con acceso predominante a las opciones mediante el uso del mouse e iconos gráficos.
- Opciones de diseño en vista de planta o vista de perfil, manteniendo las coordenadas de referencia.

Luego de ingresar los datos al software se obtuvieron los siguientes resultados:

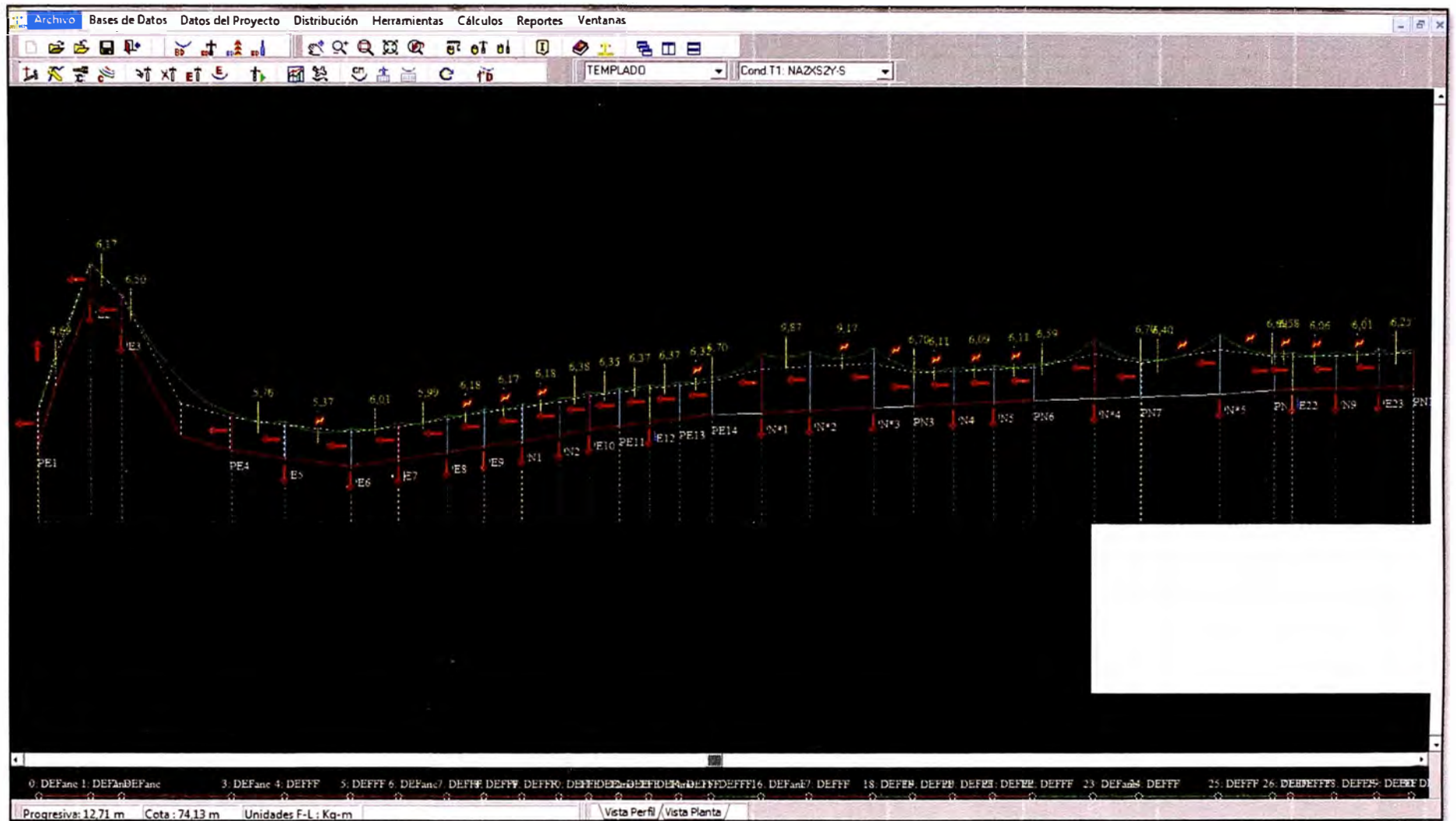


Figura 5.2: Ingreso de datos al software

**Tabla 5.4: Resultados DLTCAD**

N°	Tipo	Progresiva (m)	Cota (m)	Desnivel de Amarre (m)	Vano Adelante(m)	Vano Equivalente(m)	T. Izquierdo (N)	Ang. Izquierdo (°g)	T. Derecho (N)	Ang. Derecho (°g)	Parámetro de Catenaria (m)	Long. Catenaria (m)	Flecha (m)	Vano Viento (m)	Vano Peso (m)
0	Anclaje	21,73	9,77	26,07	51,88	51,88	0,00	0,00	16376,22	25,24	926,38	58,07	0,41	25,94	-436,66
1	Anclaje	73,61	35,84	-5,43	30,83	51,88	16793,13	-151,90	6065,19	-12,33	370,55	31,32	0,33	41,36	575,74
2	Anclaje	104,44	30,41	-21,80	109,63	51,88	5978,28	-187,64	6280,95	-19,38	370,55	112,17	4,14	70,23	80,62
3	Anclaje	214,07	8,60	-1,49	52,86	51,88	5932,34	-182,80	5954,58	-5,69	370,55	52,92	0,94	81,24	18,78
4	Suspensión	266,93	7,11	-1,34	65,91	51,88	5930,76	-177,53	6551,16	-5,79	407,61	66,00	1,33	59,39	57,32
5	Suspensión	332,85	5,77	1,08	47,47	51,88	6529,70	-176,53	6521,86	-2,03	407,61	47,51	0,69	56,69	39,14
6	Anclaje	380,32	6,85	1,31	47,96	51,88	6539,17	-175,36	6521,00	-1,80	407,61	48,01	0,71	47,72	45,90
7	Suspensión	428,28	8,17	1,22	37,20	51,88	6541,97	-175,07	5334,14	-1,32	333,50	37,23	0,52	42,58	42,88
8	Suspensión	465,48	9,38	0,89	37,69	51,88	5353,57	-174,94	5335,61	-1,89	333,50	37,72	0,53	37,44	40,51
9	Suspensión	503,16	10,27	1,04	37,20	51,88	5349,81	-175,42	5334,80	-1,60	333,50	37,23	0,52	37,44	36,04
10	Suspensión	540,36	11,31	1,05	29,37	51,88	5351,37	-175,22	5332,89	-0,47	333,50	29,39	0,32	33,28	30,63
11	Anclaje	569,72	12,36	0,71	30,34	51,88	5349,76	-175,43	5334,03	-1,27	333,50	30,36	0,35	29,85	34,08
12	Suspensión	600,07	13,07	0,69	29,52	51,88	5345,34	-176,06	5333,88	-1,20	333,50	29,54	0,33	29,93	29,92
13	Anclaje	629,59	13,76	0,54	29,88	51,88	5344,93	-176,13	5334,63	-1,54	333,50	29,90	0,33	29,70	31,53
14	Suspensión	659,47	14,30	0,79	32,00	51,88	5343,23	-176,40	5334,17	-1,34	333,50	32,02	0,38	30,94	28,74
15	Suspensión	691,47	15,09	4,24	50,43	51,88	5346,78	-175,84	5332,90	0,48	333,50	50,66	0,96	41,21	21,45
16	Anclaje	741,90	15,33	0,48	47,16	51,88	5400,76	-170,90	5342,50	-3,47	333,50	47,20	0,83	48,79	73,66
17	Suspensión	789,06	15,81	0,56	63,93	51,88	5350,14	-175,37	5352,92	-4,98	333,50	64,03	1,53	55,54	56,04
18	Suspensión	852,99	16,37	-3,68	39,69	51,88	5361,95	-174,01	5394,52	-8,68	333,50	39,89	0,59	51,81	85,89
19	Suspensión	892,68	16,69	0,32	39,68	51,88	5335,63	-181,90	5339,77	-2,95	333,50	39,70	0,59	39,69	6,13
20	Suspensión	932,36	17,01	0,32	40,19	51,88	5344,89	-176,13	5340,00	-2,99	333,50	40,22	0,61	39,93	39,98
21	Suspensión	972,55	17,33	0,32	39,68	51,88	5345,14	-176,09	5339,79	-2,95	333,50	39,70	0,59	39,93	39,96
22	Suspensión	1012,23	17,65	4,48	60,93	51,88	5344,86	-176,14	5333,58	-1,03	333,50	61,17	1,40	50,30	28,52
23	Anclaje	1073,15	18,13	-3,64	46,08	51,88	5405,21	-170,61	5391,20	-8,45	333,50	46,26	0,80	53,50	104,70
24	Suspensión	1119,23	18,49	4,52	79,87	51,88	5332,97	-180,56	7409,82	-1,70	463,19	80,10	1,73	62,97	10,49
25	Suspensión	1199,10	19,01	-3,36	54,33	51,88	7482,13	-171,85	5387,47	-8,18	333,50	54,49	1,11	67,10	114,25
26	Suspensión	1253,43	19,65	0,08	17,93	51,88	5333,75	-178,87	5334,06	-1,28	333,50	17,93	0,12	36,13	14,06
27	Suspensión	1271,36	19,73	0,24	43,70	51,88	5335,34	-178,20	5933,71	-3,06	370,55	43,73	0,64	30,82	30,28
28	Suspensión	1315,06	19,97	0,24	43,01	51,88	5937,56	-176,31	5341,98	-3,37	333,50	43,04	0,69	43,35	43,57
29	Suspensión	1358,07	20,21	0,24	34,56	51,88	5345,80	-175,99	5338,09	-2,57	333,50	34,57	0,45	38,78	38,35
30	Anclaje	1392,63	20,45	0,00	0,00	0,00	5341,92	-176,64	0,00	180,00	1,00	0,00	0,00	17,28	19,60

### **5.3. Selección de Materiales y Gestión de Adquisiciones**

#### **5.3.1. Selección de aparamenta eléctrica**

Se procedió a elaborar un listado de elementos requeridos, como se muestra en la siguiente tabla (ver tabla 5.5). En ese listado no se incluyen los cables a comprar (tanto el autoportante como el cable para el tramo subterráneo. Tampoco se incluye el transformador, los postes ni la celda de medición, pues estos elementos se compraron separados.

**Tabla 5.5:** Relación resumida de accesorios y ferretería eléctrica

DESCRIPCION	FASE	PARTIDA
26.15.0530 - CINTA VULCANIZANTE 23 3M DE 1"	MAT	94
26.25.0433 - CINTA AISLANTE 1600 DE 3/4" X 20MT (3M, PEGAFAN)	MAT	94
51.40.1409 - CONECTOR DE COBRE 3/4' PARA LINEA TIERRA	MAT	94
48.01.0110 - ELECTRODO PUESTA A TIERRA TIPO VARILLA DE COBRE ELECTROLITICO 3/4"X2.00 M	MAT	94
48.10.0075 - DOSIS QUIMICA FAVIGEL x 25 KG	MAT	94
51.24.0129 - CABLE FLEXIBLE DE COBRE DESNUDO BLANDO 35 MM2	MAT	94
26.15.0530 - CINTA VULCANIZANTE 23 3M DE 1"	MAT	94
12.01.0235 - GRAPAS PARA CINTA BANDIT DE 3/4" ACERO INOX	MAT	94
50.75.1659 - FUSIBLE TIPO EXPULSION DE 100 A TIPO K	MAT	94
51.35.5435 - TERMINAL DE COMPRESION P/CABLE 70MM2	MAT	94
85.06.0093 - CINTA BANDIT DE 3/4" ACERO INOX	MAT	94
80.45.0702 - ENZUNCHADORA MANUAL	MAT	94
51.35.3830 - CABEZA TERMINAL TERMOCONTRACTIL PARA CABLE UNIPOLAR 25 KV PARA EXT. 1X25 MM2	MAT	94
49.02.0517 - TUBERIA CONDUIT DE PVC DE 3" PESADA	MAT	94
85.06.0093 - CINTA BANDIT DE 3/4" ACERO INOX	MAT	94
52.55.0001 - CONECTOR PERNO PARTIDO (SPLIT BOLT) X 50 MM	MAT	94
80.45.0702 - ENZUNCHADORA MANUAL	MAT	94
51.35.5611 - KIT TERMINACION TERMOCONTRAIBLE	MAT	94
52.50.0053 - GUARDACABO PARA CABLE DE 1/2" DIAM.	MAT	94
52.50.0062 - PREFORMER PARA RETENIDA CABLE 3/8"	MAT	94
13.26.0803 - VARILLA ROSCADA DE 5/8" x 3.00 MTS	MAT	94
52.60.0114 - PERNO GANCHO DE ACERO GALVANIZADO DE 16MM x 305MM C/ARANDELA FIJA TUERCA/CONTRATUERCA	MAT	94
52.60.0132 - GRAPA DE ANCLAJE CONICO PARA CONDUCTOR DE ALEACION DE ALUMINIO DE 25MM2	MAT	94
52.60.0121 - TUERCA TIPO OJO PARA PERNO DE 3/4"	MAT	94
60.15.6123 - ABRAZADERA DE FIERRO GALVANIZADO P/PASTORAL DOBLE 6" X 1.1/2"	MAT	94
52.50.2061 - BLOQUETA DE CONCRETO 25 X 25 X 10CM	MAT	94
52.50.0041 - VARILLA DE ANCLAJE DE DIA 16 MM X 2.40 MPROVISTO DE OJAL GUARDACABO TUERCA Y CONTRATUERCA	MAT	94
60.15.6123 - ABRAZADERA DE FIERRO GALVANIZADO P/PASTORAL DOBLE 6" X 1.1/2"	MAT	94
01.03.0010 - CONCRETO FACIL CONCRETO FC=175 KG/CM2 (40 KG)	MAT	94
51.35.5436 - TERMINAL DE COMPRESION P/CABLE 50MM2	MAT	94
52.35.0029 - CRUCETA DE MADERA TRATADA DE 90MM x 115MM x 2.00MT	MAT	94
50.10.0005 - PARARRAYO	MAT	94
50.09.1800 - SECCIONADOR TIPO CUT-OUT	MAT	94
52.50.0053 - GUARDACABO PARA CABLE DE 1/2" DIAM.	MAT	94
52.50.0062 - PREFORMER PARA RETENIDA CABLE 3/8"	MAT	94
26.90.9024 - ABRAZADERA DE 5/8"	MAT	94

01.03.0010 - CONCRETO FACIL CONCRETO FC=175 KG/CM2 (40 KG)	MAT	94
52.40.1325 - GRAPA DE SUSPENSION PARA CABLE AºGº 1/4"	MAT	94
85.06.0097 - HEBILLA PARA BAND IT DE 3/4"	MAT	94
26.25.0433 - CINTA AISLANTE 1600 DE 3/4" X 20MT (3M, PEGAFAN)	MAT	94
26.25.0423 - CINTA AISLANTE 1000 DE 3/4" X 18MT (3M, PEGAFAN)	MAT	94
26.90.9024 - ABRAZADERA DE 5/8"	MAT	94
48.04.0090 - CONECTOR PARA PUESTA A TIERRA DE COBRE DE 3/4"	MAT	94
02.15.5038 - CALAMINA FLEXIFORTE 1.10MT X 3.0MT	MAT	94

### 5.3.2. Colocación de órdenes de compra

Luego de la selección de materiales se pusieron las órdenes de compra, por los cables, postes, seccionadores, transformador, celda de medición, ferretería eléctrica y accesorios en general, resultando el siguiente cuadro resumen de gastos incurridos (ver tabla 5.6)

**Tabla 5.6:** Costos finales de implementación de la línea

Tipo	Monto (\$.)
Accesorios	3024,57
Aparamenta	2442,16
Cables	50438,86
Equipos	9345,00
Ferretería eléctrica	3466,37
Poste	7570,00
Puesta a tierra	736,93
<b>Total general</b>	<b>77023,89</b>

### 5.3.3. Protocolo de prueba de equipos

Todos los equipos que se instalaron para la línea (el transformador, el trafomix, el medidor electrónico) llegaron a obra contando con sus protocolos de pruebas y aceptación, las cuales se adjuntan al informe a modo de apéndice.

Dado que el transformador de distribución cuenta con dos tensiones de entrada (10 y 2.3kV) y dos tensiones secundarias (460 y 230V) se presentan 4 protocolos de pruebas para todas sus combinaciones: 10/0.46kV, 10/0.23kV, 2.3/0.46kV y 2.3/0.23kV.

#### **5.4. Implementación del tendido eléctrico**

Una vez teniendo todo definido se procedió con el tendido eléctrico. A continuación se muestra un desglose de los equipos y herramientas requeridas para este trabajo.

#### **RECURSOS**

- Equipos y Herramientas
  - Equipos Mayores
    - Camión HIAB
    - Camioneta
    - Elementos de maniobra
    - Grilletes de 3/4.
    - Tecleratchet 1.5Tn.
    - Rana de 25mm.
    - Gata hidráulica para soporte del carrete del conductor.
    - Eslingas.
    - Cáncamos
    - Drisa.
  - Equipos Menores
    - Rondanas.
    - Poleas de maniobra 1.5Tn
    - Palas y picos.
    - Estación total
    - Escaleras de 11 metros.
    - Gata hidráulica
    - Maletines de Herramientas.
    - Radios de comunicación
  - Equipos de Protección Personal
    - Arnés con línea de vida y línea de posicionamiento.
    - Uniforme completo.
    - Casco con barbiquejo.
    - Lentes de seguridad.
    - Guantes de maniobra.



➤ Personal

- Supervisor.
- Jefe de Grupo.
- Topógrafo.
- Rigger.
- Operarios.
- Oficiales.
- Ayudantes

### 5.4.1. Replanteo topográfico

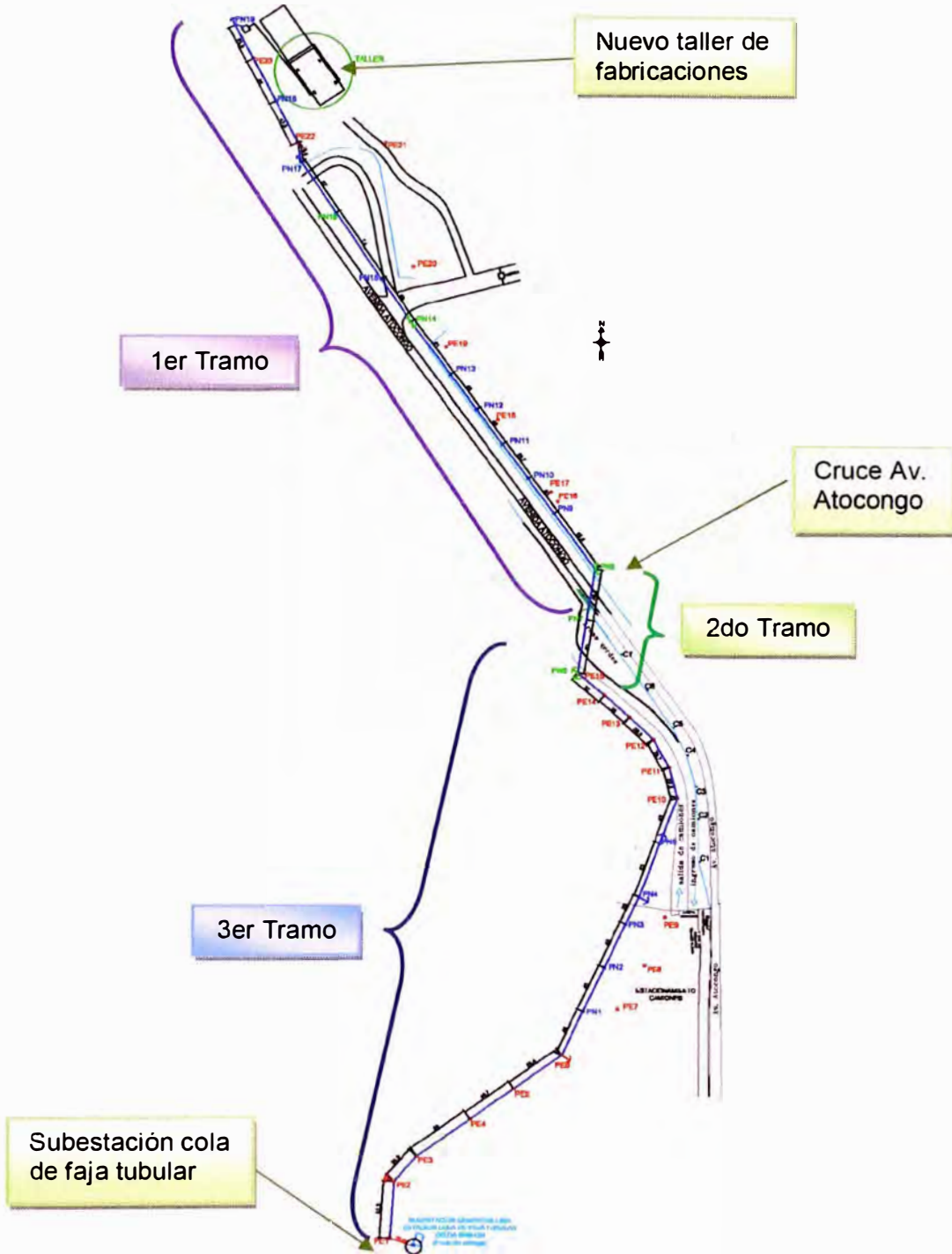


Figura 5.3: Disposición final y recorrido

#### 5.4.2. Colocación de postes

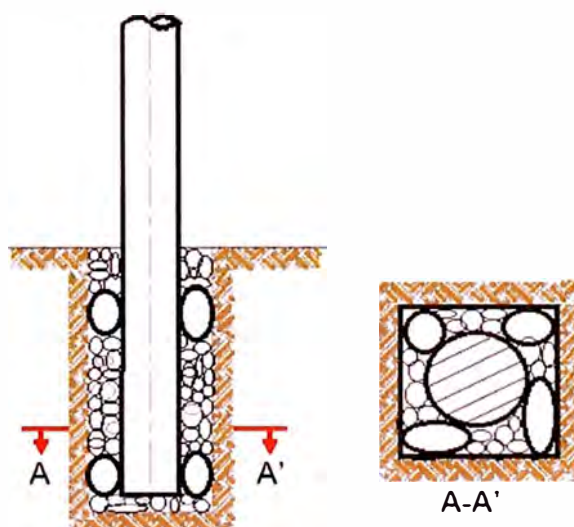
Se instalaron nuevos postes para completar la ruta de la línea (ver figura 5.3). Las excavaciones para postes y retenidas se realizaron manualmente. Para ello se utilizaron cuadrillas de obreros provistas de barretas, picos y palanas.

Para los postes de 8m se tuvo un enclavamiento de 1.3m y para los postes de 12m se tuvo 1.7m, tal como se muestra en el siguiente cuadro

**Tabla 5.7:** Detalle de enclavamiento de postes

Longitud del poste	Enclavamiento
12 m	1.7m
8 m	1.3 m

La fundación del poste se realizó con piedras grandes formando una corona alrededor del poste (2 capas: inferior y superior) luego se compactó el terreno con pisonés manuales. Luego de la compactación se colocó concreto en forma de punta de diamante para darle mayor rigidez a la estructura.



**Figura 5.4:** Instalación y fundación de postes

Se instalaron los postes nuevos según plano adjunto. Se colocaron postes en

vanos existentes y extensos (Caso postes nuevos PN1, PN2, PN10 y PN11). Los postes mencionados fueron de 8m.

- Se instalaron postes de 12m para cruzar la avenida y la entrada a la cantera (Caso postes nuevos PN6, PN7, PN8, PN14 y PN16).
- Se instalaron retenidas para los postes cuyos cables quedaron con ángulos mayores a  $10^\circ$  (PE2, PE6, PN4, PN5, PN6, PN8, PN14, PN17, PE22 y PN19). Se colocaron retenidas de contrapunta o tipo diagonal según el espacio existente.
- Para el montaje de postes cerca de vías carrozables se utilizó el camión HIAB, que dirigido por un rigger realizó el izaje. Para el caso de los postes que se encuentren sobre el cerro, se utilizó el HIAB para llevar el poste lo más cerca posible del agujero; luego se transportó el poste hasta ubicarlo con la base sobre el agujero, esto se realizó utilizando cáncamos, poleas de servicio y sogas. Finalmente el izado del poste se realizó utilizando cuatro vientos con soga de  $1/2''$ .

### **5.4.3. Tendido del cable eléctrico**

El tendido de cables se realizó en dos tramos: El primer tramo iba desde el primer poste (PE1) hasta el nuevo poste antes de cruzar la avenida (PN6). El segundo tramo cruzará la avenida (PN6) hasta el último poste nuevo (PN19). (fig. 5.3). Se señaló la zona de trabajo colocando cintas y conos.

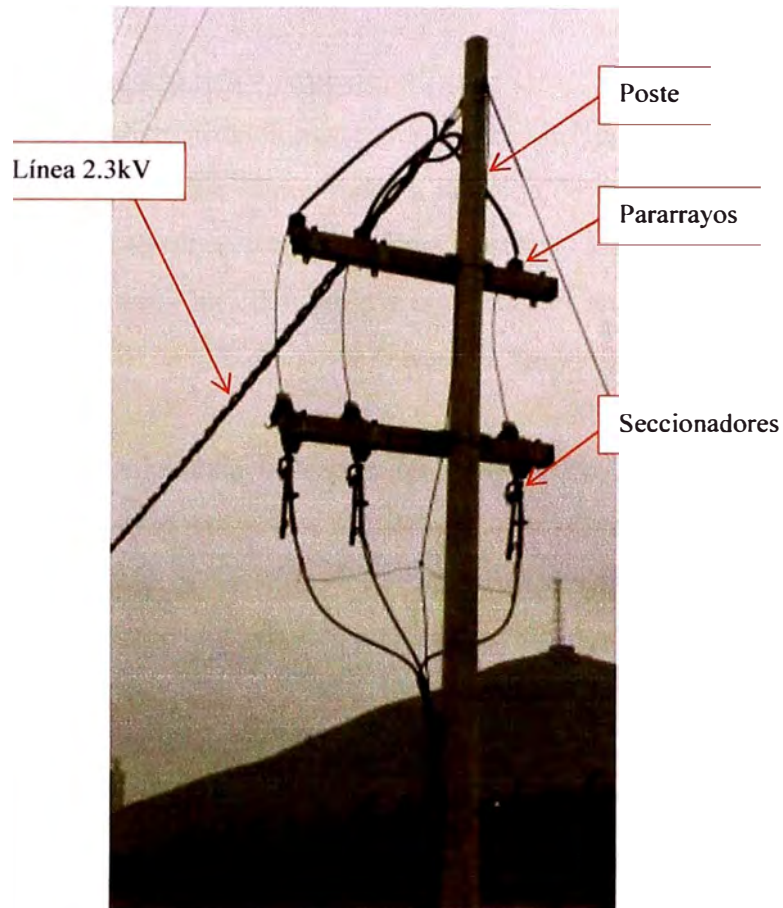
Se colocaron poleas en los postes por donde discurrió el conductor.

El tendido fue manual ya que el cable no es muy pesado ( $1.63\text{Kg/m}$ ), se deslizó a través de las poleas que fueron colocadas en cada poste. Se evitó que el conductor, en este proceso, roce con el suelo para lo cual se pondrán maderas para proteger en estos sectores. El flechado será vano flojo a fin de evitar mayores tensiones mecánicas en los postes de ángulo.

La ferretería fue de acero galvanizado. Se usó abrazaderas para la sujeción del conductor en los postes existentes que no posean agujeros pasantes libres. Se usaron pernos ganchos pasantes para los postes nuevos y aquellos postes existentes con agujeros pasantes libres.

En el primer y último poste del tendido (PN1 y PN19) se colocaron pararrayos

(03 unipolares) y seccionadores Cut Out (03 unipolares), tal como se muestra en el siguiente esquema:



**Figura 5.5:** Disposición de los pararrayos y los seccionadores en los postes extremos.

#### **5.4.4. Ubicación de equipos**

En el caso de la ubicación del transformador de distribución, dado que éste se ubicará en terreno, se construyó una pequeña losa de concreto de 2x2m para que el transformador tenga estabilidad. Luego se procedió a ubicar el transformador en la losa con la ayuda de un camión Hiab 3Tn. Cabe indicar que el personal contaba con el EPP apropiado para la maniobra. Finalmente se preparó la puesta a tierra y se aterrizó el equipo.

Para el caso de la celda de medición, se ubicó en una zona nivelada cerca de la subestación alimentadora. Se utilizó un camión pluma de 3Tn y con eslingas apropiadas se realizó la maniobra. Cabe indicar que el Trafomix ya venía fijado a la celda.

#### **5.4.5. Ejecución de terminales y conexionado**

Se utilizaron 11 kits de terminaciones termocontraíbles para esta actividad: 02 kits en los extremos del cable alimentador a la celda de medición, 02 kits a los extremos del cable subterráneo hacia el primer poste, 03 kits en la línea (02 a los extremos y una en el empalme del cable a la mitad del recorrido), 02 kits en el cable de llegada de la línea que alimenta al transformador de distribución.

El cable alimentador a la celda de medición era unipolar, por lo que se usaron kits de terminaciones unipolares. Los tramos de cable subterráneo, que van de la celda de medición al primer poste y del último poste al trafo de distribución, por ser cables tripolares, requirieron de kits de terminaciones multipolares.

Para colocar las terminaciones se utilizó un calentador alimentado con un balón de gas. Se realizaron las conexiones en todos los terminales dejando para el final la conexión con la celda de medición (alimentación).

Para el conexionado con la celda de alimentación existente se solicitó que personal de Operaciones de la Cementera realice la apertura de las protecciones respectivas y las conecte a tierra para la seguridad del personal que realizó las labores. El tiempo de corte solicitado fue de 3 horas

### **5.5. Pruebas y puesta en funcionamiento**

#### **5.5.1. Pruebas eléctricas**

Se realizaron las pruebas de conductividad y resistencia de aislamiento en todo cable antes de conectarlo. Al sistema se le hizo la prueba de Hi-Pot en 5kV resultando sin fuga de corriente.

### **5.5.2. Puesta en funcionamiento**

Luego de las pruebas se procedió a revisar nuevamente toda conexión a lo largo del trayecto, luego se procedió a cerrar los seccionadores. Teniendo el sistema conectado se procedió a energizar, revisando los niveles de tensión tanto al inicio de la línea como al final. Luego se cerraron los seccionadores del final y se energizó el transformador de distribución, luego de comprobar el nivel de tensión deseado, se dejó energizado el trafo operando en vacío por 6 horas. Finalmente se conectó a las instalaciones temporales del taller de fabricaciones para su normal operación.

## CONCLUSIONES

1. Se comprobó la factibilidad y conveniencia de instalar una línea de 2.3kV para alimentar al nuevo taller de fabricaciones en vez de utilizar grupos electrógenos. A pesar del tiempo de implementación (3 meses), el costo total es mucho menor. Y podrá reducirse aún más si se planifica apropiadamente el inicio de labores en el taller.
2. Se desarrolló el diseño eléctrico y mecánico de la línea con las restricciones que se tenían en terreno y con las condiciones solicitadas por el cliente.
3. Se logró implementar una línea de 2.3kV, llevando a la práctica el diseño elaborado y comprobando su correcto desempeño. Cabe resaltar que se consiguió mantener las distancias (alturas) de seguridad del cable de 6m en el trayecto y de mas de 8m en las vías carrozables.
4. El levantamiento topográfico previo a las actividades de tendido eléctrico es fundamental, pues nos permitió replantear puntos del diseño según las condiciones observadas en terreno. De este modo, se modificó la ubicación inicial de varios postes a fin de facilitar el posterior tendido de cable, todo esto sin afectar los esfuerzos mecánicos en el mismo.
5. El uso de un software de Diseño de Líneas facilitó y aceleró el diseño del tendido pues fue un ahorro sustancial de tiempo para calcular los esfuerzos en el conductor, en el poste, la flecha mínima y máxima



## **RECOMENDACIONES**

Para realizar el diseño de un tendido de líneas es muy importante una buena comunicación con el equipo de topografía, pues como se sabe, la topografía es esencial al momento del diseño, pues a partir de allí se empieza a armar todo el trabajo.

Es importante dar a conocer a la jefatura el ahorro estimado que se producirá al elegir una línea eléctrica en vez de grupos electrógenos, de esta manera la jefatura se concientizará del ahorro posible y serán un apoyo al momento del desarrollo del proyecto, tanto en las gestiones con el cliente como con los proveedores y terceros.

Para realizar el trabajo de tendido de líneas dentro de las instalaciones del cliente, se le debe considerar como a un stakeholder principal, manteniéndolo informado a detalle de cada modificación o contratiempo.

## BIBLIOGRAFIA

- NORMA DGE “ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE SOPORTES NORMALIZADOS PARA LINEAS Y REDES SECUNDARIAS PARA ELECTRIFICACION RURAL” – MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS – DICIEMBRE 2003
- NORMA DGE “BASES PARA EL DISEÑO DE LINEAS Y REDES SECUNDARIAS PARA ELECTRIFICACION RURAL” – MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS – DICIEMBRE 2003
- CALCULO MECANICO DE LINEAS – ING. HECTOR LEOPOLDO SOIBELZON – UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES
- CALCULO ELECTRICO DE LINEAS – ING. HECTOR LEOPOLDO SOIBELZON – UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES
- MANUAL DE USUARIO DLT CAD VER. 2.5 DISEÑO DE LINEAS DE TRANSMISION – ABS INGENIEROS SAC – 2000.
- CALCULOS MECANICOS PARA LINEAS ELECTRICAS – PATRICIO CONCHA – TECUN
- SISTEMAS DE TELECOMUNICACIÓN. CONSTANTINO PÉREZ VEGA, JOSÉ ZAMANILLO. SERVICIO DE PUBLICACIONES DE LA UNIVERSIDAD DE CANTABRIA. 2007
- MANUALES Y CATALOGOS DE TRAFOS Y TRAFORMIX CEA
- [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)
- [http://es.wikipedia.org/wiki/Grupo\\_electr%C3%B3geno](http://es.wikipedia.org/wiki/Grupo_electr%C3%B3geno)
- <http://www.sullairargentina.com/productos/grupos-electrogenos/grupos-electrogenos-el-abc-de-la-potencia/>
- [http://www.dacroce.com.ar/imagenes/catalogo/pdf/lct\\_herrajesparatendidosedelineasaereas.pdf](http://www.dacroce.com.ar/imagenes/catalogo/pdf/lct_herrajesparatendidosedelineasaereas.pdf)
- <http://www2.osinerg.gob.pe/tarifas/electricidad/PliegosTarifariosUsuarioFinal.aspx?Id=150000>

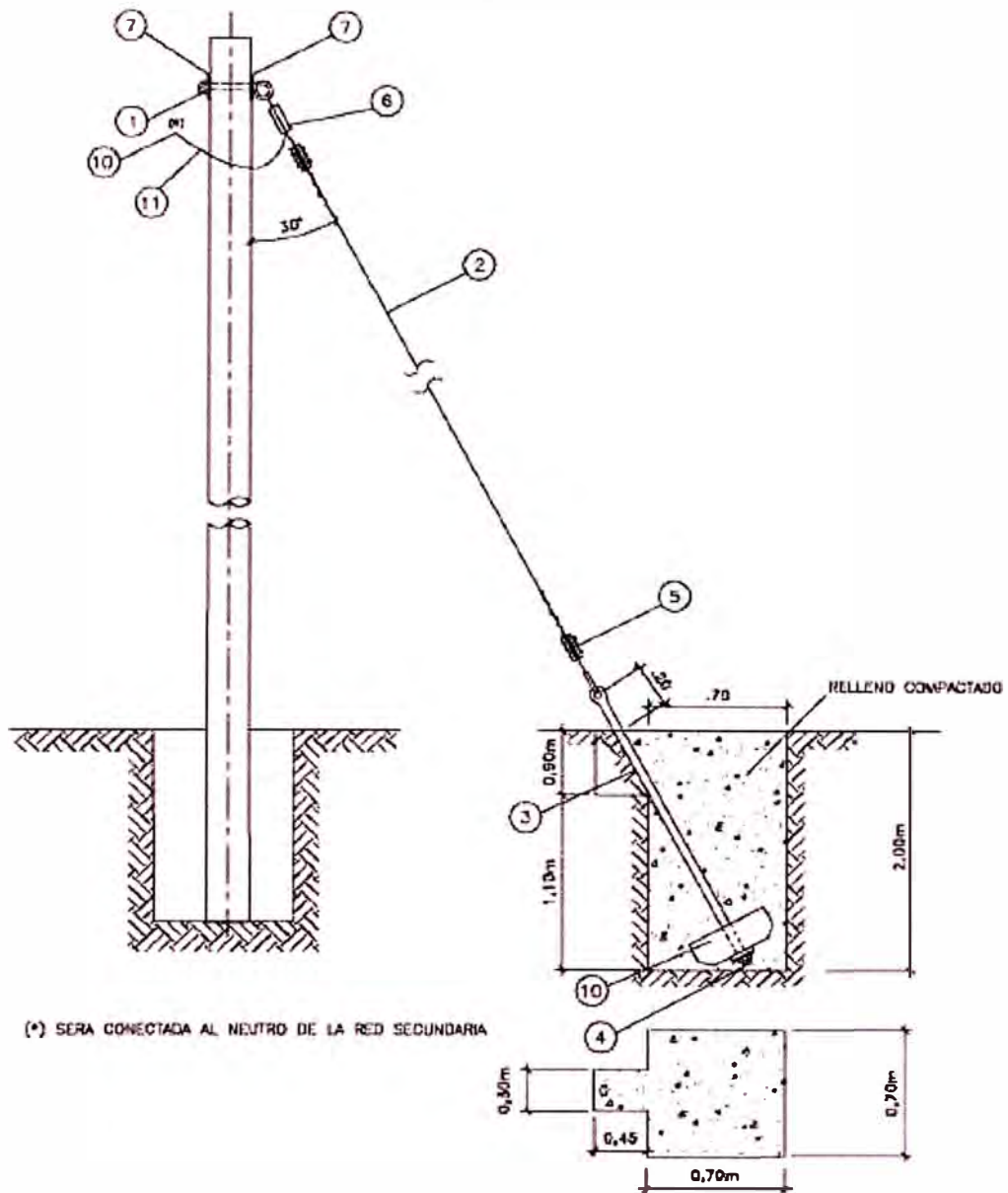
## APÉNDICE

### LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO

	Distancia	Acum	Elevación	Diferencia	Angulo	CoordX	CoordY	Descripción
	(m)	(m)	(m)	(m)	(°)	(m)	(m)	
0	0,00	0,000	0,000					Subestacion Cola faja Tubular
1	8,00	8,000	4,725	4,725				
2	12,82	20,820	9,216	4,491	0,00	532,00	-125,52	PostePE1 (Inicio de la Linea)
3	9,20	9,200	15,146	5,930		532,63	-116,36	
4	8,70	17,900	19,958	4,812		533,22	-107,69	
5	9,00	26,900	23,761	3,803		533,84	-98,73	
6	9,30	36,200	27,271	3,510		534,47	-89,46	
7	8,40	44,600	31,268	3,997		535,04	-81,10	
8	8,74	53,340	36,093	4,825	38,00	535,64	-72,39	PostePE2 (Hutil 6m)
9	10,50	10,500	34,950	-1,143		542,66	-64,56	
10	9,40	19,900	33,129	-1,821		548,95	-57,55	
11	11,00	30,900	30,293	-2,836	12,00	556,31	-49,34	PostePE3
12	9,80	9,800	28,330	-1,963		564,26	-43,62	
13	10,40	20,200	24,067	-4,263		572,71	-37,54	
14	9,97	30,170	19,113	-4,954		580,80	-31,72	
15	10,00	40,170	13,432	-5,681		588,92	-25,88	
16	9,80	49,970	11,624	-1,808		596,87	-20,15	
17	9,04	59,010	11,077	-0,547	0,00	604,21	-14,87	Poste PE4
18	11,00	11,000	9,924	-1,153		613,14	-8,41	
19	12,40	23,400	9,554	-0,370		623,20	-1,12	
20	12,21	35,610	9,146	-0,408		633,11	6,05	
21	13,13	48,740	8,644	-0,502	0,00	643,77	13,77	Poste PE5
22	15,00	15,000	7,817	-0,827		655,93	22,55	
23	12,40	27,400	7,290	-0,527		665,98	29,81	
24	11,34	38,740	6,651	-0,639		675,18	36,45	
25	14,62	53,360	7,131	0,480	4,00	687,03	45,01	Poste PE6
26	12,40	12,400	6,123	-1,008		696,48	53,01	
27	14,56	26,960	5,913	-0,210		707,58	62,40	
28	12,90	39,860	4,650	-1,263		717,41	70,72	
29	13,50	53,360	5,111	0,461		727,71	79,42	
30	13,44	66,800	5,772	0,661	19,00	737,95	88,09	Poste PE7
31	12,20	12,200	5,884	0,112		744,21	98,59	
32	11,65	23,850	5,990	0,106		750,18	108,62	
33	10,80	34,650	6,147	0,157		755,72	117,92	
34	12,52	47,170	6,846	0,699	8,00	762,14	128,70	Poste PE8
35	12,40	12,400	7,001	0,155		766,87	140,16	
36	12,10	24,500	7,507	0,506		771,49	151,35	
37	11,78	36,280	7,699	0,192		775,99	162,23	
38	12,35	48,630	8,182	0,483	13,00	780,70	173,65	Poste PE9
39	9,70	9,700	8,376	0,194		782,33	183,21	Puerta de garita
40	9,48	19,180	8,826	0,450		783,93	192,56	
41	9,37	28,550	9,018	0,192		785,50	201,80	

42	8,41	36,960	9,390	0,372	3,00	786,92	210,09	Poste PN1
43	12,40	12,400	9,731	0,341		788,26	222,33	
44	11,80	24,200	9,960	0,229		789,54	233,98	
45	12,75	36,950	10,257	0,297	6,00	790,92	246,57	Poste PN2
46	12,35	12,350	10,679	0,422		791,08	258,86	
47	12,50	24,850	10,886	0,207		791,25	271,30	
48	12,65	37,500	11,297	0,411	15,00	791,42	283,89	Poste PE10
49	10,60	10,600	11,677	0,380		788,77	294,17	
50	10,24	20,840	12,114	0,437		786,20	304,11	
51	8,95	29,790	12,369	0,255	15,00	783,96	312,79	Poste PE11
52	9,70	9,700	12,623	0,254		779,18	321,21	
53	10,20	19,900	12,927	0,304		774,16	330,07	
54	9,82	29,720	13,064	0,137	16,00	769,32	338,59	Poste PE12
55	9,80	9,800	13,319	0,255		762,32	345,43	
56	9,90	19,700	13,561	0,242		755,25	352,35	
57	10,20	29,900	13,758	0,197	4,00	747,97	359,47	Poste PE13
58	9,70	9,700	14,003	0,245		740,60	365,80	
59	10,10	19,800	14,137	0,134		732,93	372,39	
60	10,21	30,010	14,297	0,160	1,00	725,18	379,05	Poste PE14
61	9,90	9,900	14,514	0,217		717,74	385,58	
62	10,50	20,400	14,755	0,241		709,84	392,50	
63	11,62	32,020	15,093	0,000	57,00	701,11	-400,16	Poste PN*1. Inicio cruce de pista.
64	20,64	20,640	15,317	0,224		704,13	420,46	Fin cruce de pista.
65	0,30	20,940	15,578	0,261		704,17	420,75	Inicio de jardín
66	29,32	50,260	15,821	0,243	0,00	708,46	449,58	Poste PN*2
67	10,32	10,320	16,036	0,215		710,32	462,32	Fin de jardín
68	5,58	15,900	16,144	0,108		711,33	469,21	
69	0,10	16,000	18,644	2,500		711,35	469,34	Malla metálica perimetral. Altura 2.5m
70	0,10	16,100	16,144	-2,500		711,36	469,46	
71	3,68	19,780	15,978	-0,166		712,03	474,00	Inicio cruce de avenida
72	11,07	30,850	15,993	0,015		714,02	487,67	Fin de cruce de avenida
73	3,87	34,717	16,788	0,795		714,72	492,44	
74	0,10	34,817	19,288	2,500		714,74	492,57	Malla metálica perimetral
75	0,10	34,917	16,788	-2,500		714,76	492,69	
76	3,06	37,977	19,411	2,623	39,00	715,31	496,47	Poste PN*3
77	10,91	10,910	16,959	-2,452		709,75	505,86	
78	13,65	24,560	17,693	0,734		702,78	517,60	
79	10,38	34,940	19,893	2,200		697,49	526,53	
80	11,36	46,300	18,453	-1,440		691,70	536,31	
81	11,97	58,270	19,113	0,660		685,59	546,61	
82	6,57	64,840	20,039	0,926	6,00	682,24	552,26	Poste PN3
83	11,41	11,410	20,693	0,654		675,49	561,45	
84	14,09	25,500	19,293	-1,400		667,16	572,80	
85	19,62	45,120	20,622	1,329	1,00	655,56	588,60	Poste PN4

86	14,45	14,450	20,193	-0,429		647,20	600,39	
87	12,56	27,010	21,055	0,862		639,94	610,64	
88	17,91	44,920	22,041	0,986	0,00	629,58	625,25	Poste PN5
89	8,97	8,970	22,666	0,624		624,40	632,57	
90	11,11	20,080	23,053	0,387		617,98	641,64	
91	11,92	32,000	22,925	-0,128		611,09	651,36	
92	12,78	44,780	23,762	0,837	1,00	603,70	661,79	Poste PN6
93	11,79	11,790	25,378	1,616		596,76	671,32	
94	12,14	23,930	25,673	0,295		589,61	681,14	
95	8,82	32,750	26,109	0,437		584,42	688,27	
96	13,00	45,750	26,825	0,715		576,76	698,78	
97	9,19	54,940	25,810	-1,014	6,00	571,35	706,21	Poste PN*4
98	11,95	11,950	26,316	0,506		565,67	716,05	
99	5,51	17,460	26,170	-0,146		563,06	720,59	
100	13,58	31,040	26,077	-0,093		556,61	731,78	
101	6,90	37,940	25,527	-0,551		553,33	737,46	Inicio cruce de pista.
102	19,74	57,680	25,762	0,235		543,95	753,72	Fin de cruce de pista.
103	10,68	68,360	27,424	1,662		538,88	762,51	
104	3,54	71,900	27,291	-0,133	5,00	537,20	765,43	Poste PN7
105	6,00	6,000	26,389	-0,902		534,05	769,88	Inicio cruce de pista.
106	20,14	26,140	27,063	0,674		523,48	784,80	Fin de cruce de pista.
107	12,39	38,530	28,566	1,503		516,98	793,98	
108	12,50	51,030	28,593	0,028		510,41	803,24	
109	9,75	60,780	28,766	0,172		505,30	810,47	
110	11,66	72,440	29,154	0,389		499,18	819,11	
111	11,31	83,750	29,531	0,376	1,00	493,24	827,49	Poste PN*5
112	11,73	11,730	29,260	-0,271		485,39	838,57	
113	9,56	21,290	29,556	0,296		478,99	847,61	
114	6,03	27,320	29,776	0,219		474,95	853,30	
115	6,80	34,120	29,973	0,197		470,39	859,73	
116	8,28	42,400	29,856	-0,117		464,85	867,55	
117	6,97	49,370	31,058	1,203		460,18	874,14	
118	0,10	49,470	33,558	2,500		460,12	874,23	Malla perimetral. Altura 2.5m
119	0,10	49,570	31,058	-2,500		460,05	874,33	
120	5,90	55,470	30,693	-0,365	1,00	456,10	879,90	Poste PN8
121	15,02	15,020	29,850	-0,843	9,00	446,17	893,93	Poste PE22
122	11,70	11,700	29,954	0,104		441,02	904,43	
123	10,60	22,300	30,100	0,146		436,36	913,94	
124	9,85	32,150	30,254	0,154	3,00	432,02	922,78	Poste PN9
125	11,50	11,500	30,401	0,147		426,40	932,84	
126	9,90	21,400	30,450	0,049		421,56	941,49	
127	9,76	31,160	30,610	0,160	3,00	416,79	950,03	Poste PE23
128	9,85	9,850	30,650	0,040		412,44	958,87	
129	11,40	21,250	30,200	-0,450		407,41	969,10	
130	10,90	32,150	30,500	0,300		402,60	978,88	Poste PN10 (Fin de línea)



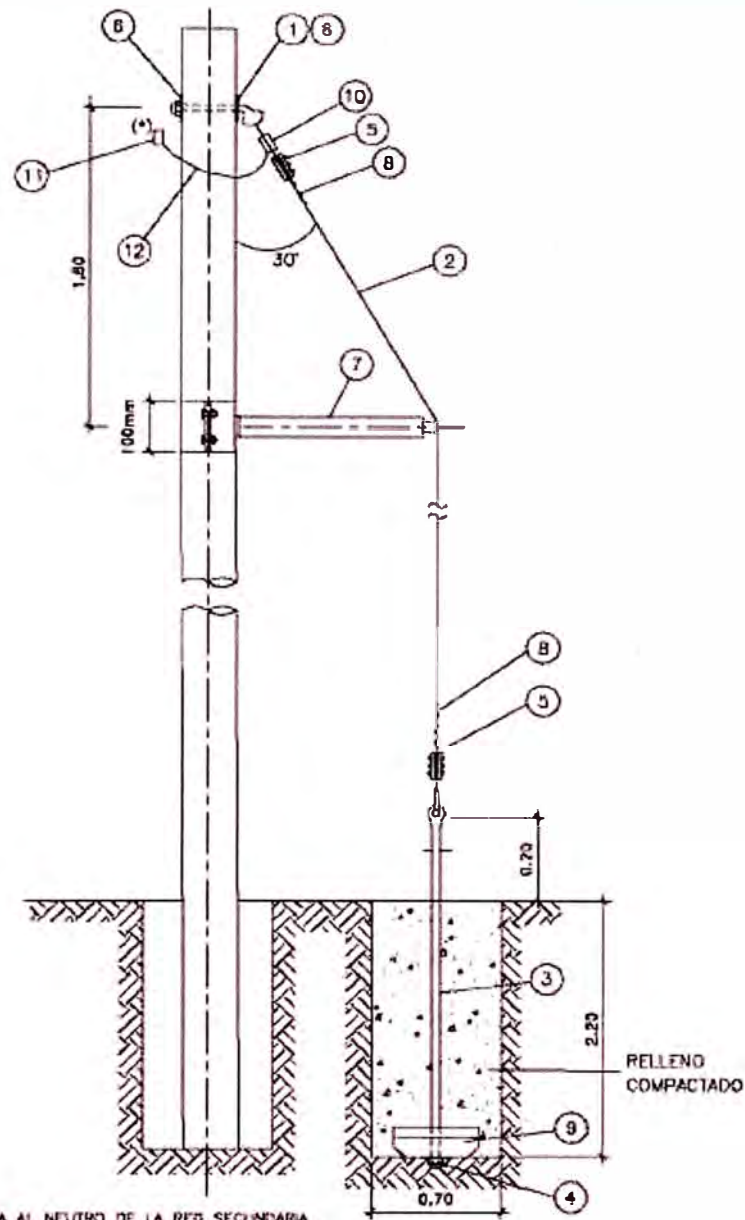
11	CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA DE COBRE RECOCIDO, CABLEADO DE 16mm <sup>2</sup> , 7 HILOS	1m	
10	CONECTOR BIMETALICO FORRADO PARA AL 25 mm <sup>2</sup>	1	
9	BLOQUE DE CONCRETO ARMADO DE 0,40x0,45x0,15m	1	
8	ALAMBRE DE ACERO N°12 PARA ENTORCHADO	3m	
7	ARANDELA CUADRADA CURVA DE 67x57x5mm, AGUJERO DE 18mm#	2	
6	CONECTOR DOBLE VÍA BIMETALICO PARA CABLE DE ACERO DE 10mm# Y COBRE DE 16mm <sup>2</sup>	1	
5	GRAPA PARALELA DE ACERO DE 152mm DE LONGITUD PROMSTA DE TRES PERNOS	2	
4	ARANDELA DE ANCLAJE DE ACERO DE 102x102x5mm CON AGUJERO CENTRAL DE 18mm#	1	
3	VARILLA DE ANCLAJE DE ACERO, DE 16mm#x2400mm DE LONG. PROMSTO DE CUAL-GUARDACABO	1	
2	EN UN EXTREMO, TUERCA Y CONTRATUERCA EN EL OTRO	1	
2	CABLE DE ACERO TIPO SIEMENS MARTIN DE 10mm#, 7 HILOS	10m	
1	PERNO ANGULAR CON CUAL-GUARDACABO DE 16mm#, LONG. SEGUN REQUERIMIENTO, CON TUERCA Y CONTRAT.	1	
COO60	ITEM	DESCRIPCION	CANT.

MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS

REDES DE DISTRIBUCION SECUNDARIA  
RETENIDA INCLINADA

1/2004

014



(\*) SERA CONECTADA AL NEUTRO DE LA RED SECUNDARIA

12	CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA DE COBRE RECOCIDO, CABLEADO DE 16 mm <sup>2</sup> , 7 HILOS	3m
11	CONECTOR BIMETALICO PARA A <sup>2</sup> 25 mm <sup>2</sup> /Cu 16mm <sup>2</sup> , NEUTRO DESNUDO, TIPO CURA	1
10	CONECTOR DOBLE VIA BIMETALICO PARA CABLE DE ACERO DE 10mm <sup>2</sup> Y COBRE DE 16mm <sup>2</sup>	1
9	BLOQUE DE CONCRETO ARMADO DE 0.40x0.40x0.15m	1
8	ALAMBRE DE ACERO N°12 BS PARA ENTORCHADO	3m
7	SOPORTE DE CONTRAPUNTA DE 51mm <sup>2</sup> x1000mm DE LONG.COM ABRAZADERA PARTIDA EN UN EXTREMO	1
6	ARANDELA CUADRADA CURVA DE 37x37x5mm, AGUJERO DE 18mm <sup>2</sup>	2
5	GRAPA PARALELA DE ACERO DE 152mm DE LONGTUD PROVISTA DE TRES PERNOS	2
4	ARANDELA DE ANCLAJE DE ACERO DE 102x102x5mm CON AGUJERO CENTRAL DE 18mm <sup>2</sup>	1
3	VARILLA DE ANCLAJE DE ACERO, DE 16mm <sup>2</sup> x2400mm DE LONG. PROVISTO DE OJAL-GUARDACABO EN UN EXTREMO, TUERCA Y CONTRATUERCA EN EL OTRO	1
2	CABLE DE ACERO TIPO SIEMENS MARTIN DE 10mm <sup>2</sup> , 7 HILOS	9m
1	PERNO ANGULAR CON OJAL-GUARDACABO DE 18mm <sup>2</sup> , LONG. SEGUN REQUERIMIENTO, CON TUERCA Y CONTRAT.	1
CODIGO	ITEM DESCRIPCION	CANT

MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS

REDES DE DISTRIBUCION SECUNDARIA  
RETENIDA VERTICAL

LAMINA N°:

015

ETAPA 1: GRUPO GENERADOR ALQUILADO

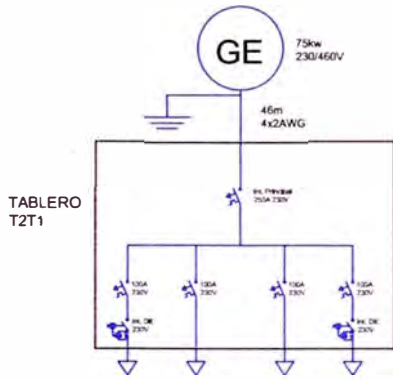
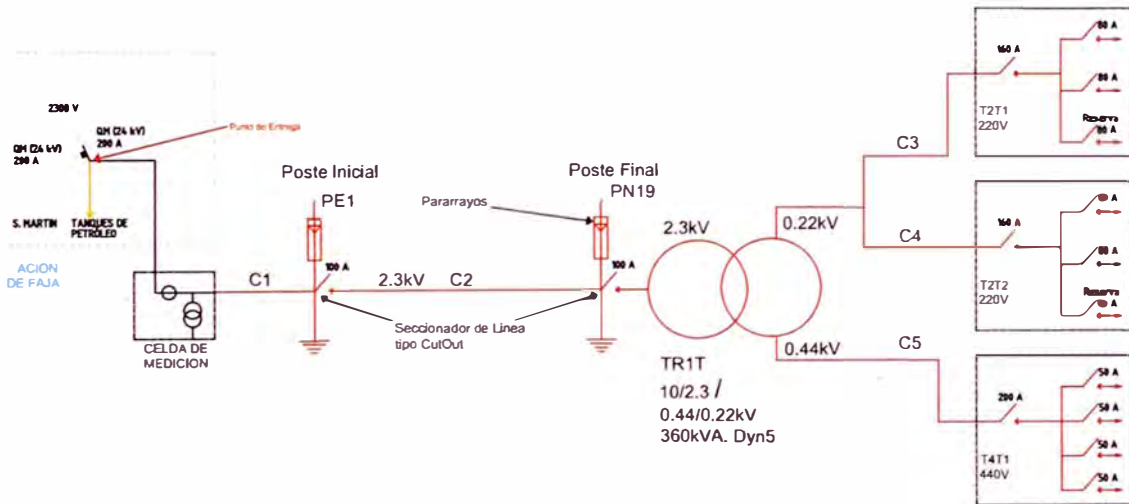


DIAGRAMA UNIFILAR ETAPA 1

CALIBRE DE CONDUCTORES ETAPA 1

ITEM	ELEMENTO	POTENCIA (KW)	CORRIENTE (Amp.)	CAUBRE	LONGITUD (m.)
C1	Tablero (T2T1)(230V)	60	188	4x70mm <sup>2</sup>	46

ETAPA 2: ALIMENTACION DESDE SUBESTACION DE CEMENTOS LIMA

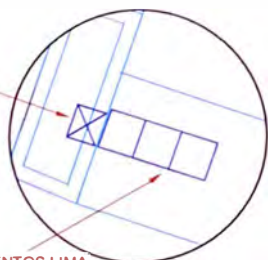


UNIFILAR ETAPA 2

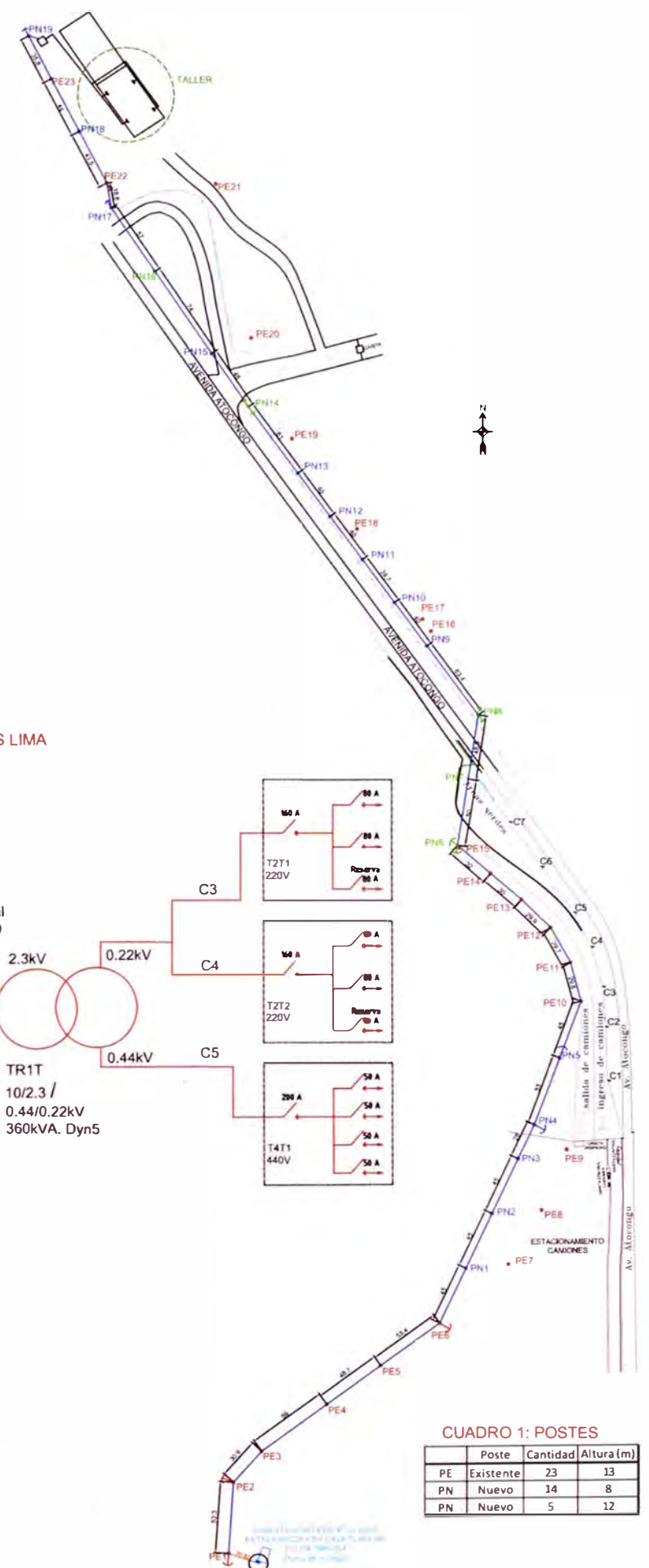
CALIBRE DE CONDUCTORES ETAPA 2

ELEMENTO	CIA (KVA)	CORRIENTE (Amp.)	CAUBRE	LONGITUD (m.)
ramo subterráneo 2.3kV)	275	75	4x25 mm <sup>2</sup>	40
Línea 2.3	275	75	3x35mm <sup>2</sup> +1/4"	1400
ablero 230V (T2T1)		160	4x70 mm <sup>2</sup>	10
ablero 230V		160	4x70 mm <sup>2</sup>	10
ablero 460V		200	4x70 mm <sup>2</sup>	10

CELDA DE MEDICION



SUBESTACION DE CEMENTOS LIMA  
ESTACION DE COLA DE FAJA TUBULAR



CUADRO 1: POSTES

Poste	Cantidad	Altura (m)
PE Existente	23	13
PN Nuevo	14	8
PN Nuevo	5	12

CONSORCIO ATOCONGO  
FABRICANTE:



ARPL Tecnología Industrial S.  
GERENCIA DE PROYECTOS  
LIMA - PERU

Ampliación de la Capacidad de Producción de la Planta de Atocongo.

ALIMENTACION ELECTRICA  
EN  
NUEVO TALLER

CONTRATO:

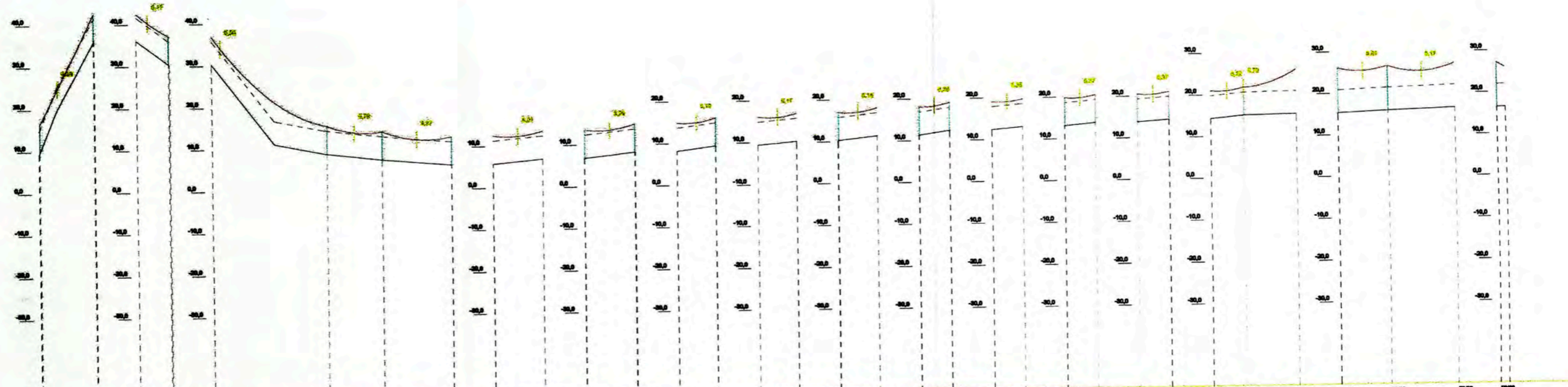
ORDEN DE COMPRA:

ESC:

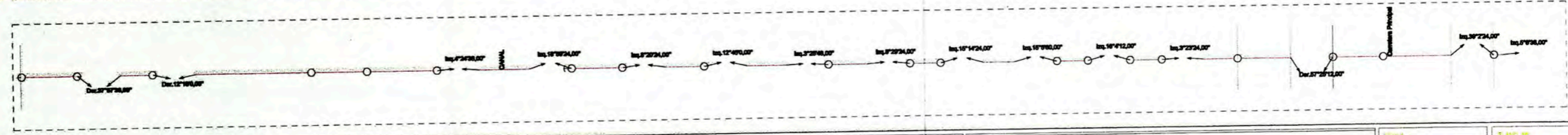
29240-10-E-G-001



# DE ESTRUCTURA	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
TIPO ANCHO	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
POSICION/ESPORTE	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
VANO HORIZONTAL (m)	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00
VANO VERTICAL (m)	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
P. CANTONERA (m)	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00
ESP. PAV. (cm)	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00
# y Tipo REDES																			
CONDUCTOR PRINCIPAL																			

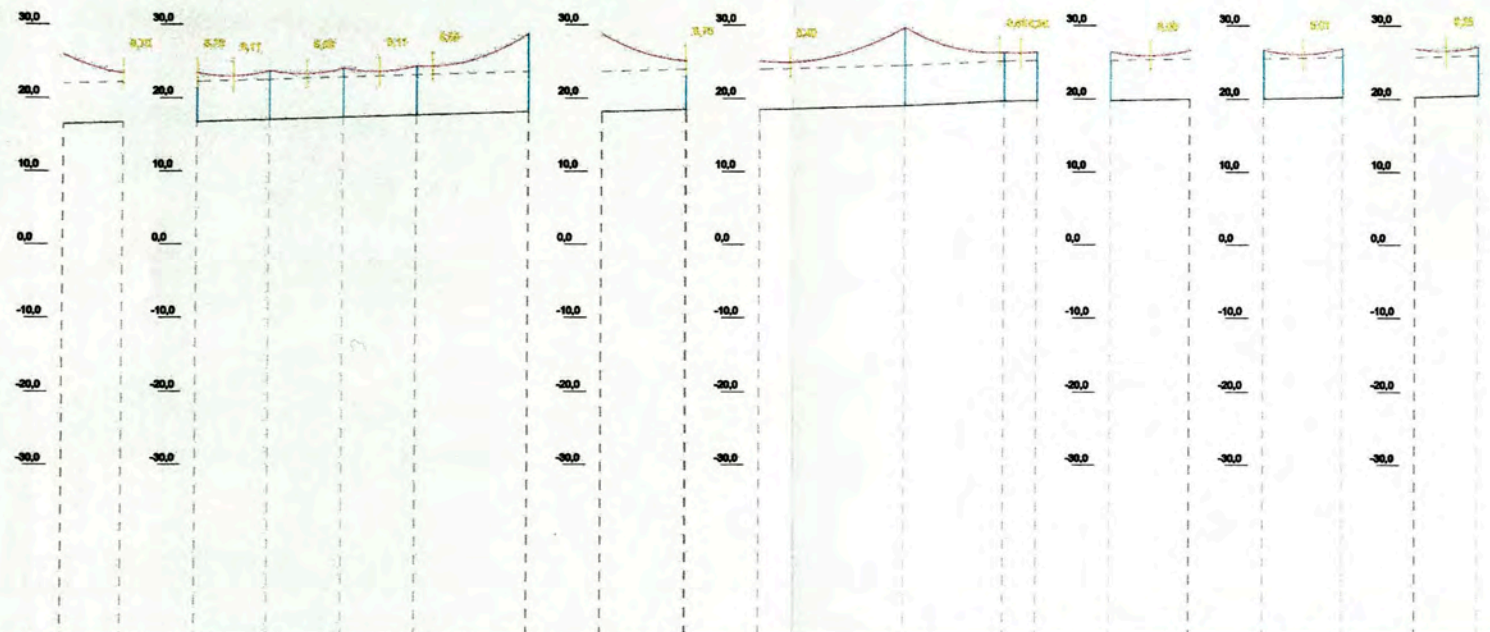


ESTACION	31.88	32.88	108.83	62.88	65.91	47.47	80.14	82.33	47.88	37.20	37.88	48.71	48.88	37.20	28.37	30.34	29.52	29.88	32.00	60.43	47.16	63.88	66.88	66.88	
DISTANCIA PARCIAL	0.00	1.00	76.95	74.18	104.94	108.83	164.07	81.87	88.66	85.91	47.47	80.14	82.33	47.88	37.20	28.37	30.34	29.52	29.88	32.00	60.43	47.16	63.88	66.88	
DISTANCIA ACUMULADA	0.00	1.00	77.95	74.18	104.94	108.83	164.07	81.87	88.66	85.91	47.47	80.14	82.33	47.88	37.20	28.37	30.34	29.52	29.88	32.00	60.43	47.16	63.88	66.88	
COTA DE TERRENO	10.0	10.0	10.0	10.0	11.0	11.0	11.0	7.18	5.77	5.77	6.88	6.88	6.88	6.18	6.18	6.88	6.88	10.88	10.88	11.20	11.20	13.27	13.08	13.08	
TIPO DE TERRENO																									
PROPIETARIO																									



<table border="1"> <tr><td>6</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></tr> <tr><td>8</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></tr> <tr><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>#</td><td>DESCRIPCION</td><td>PRECIA</td><td>OBROS</td><td>DIBUJO</td><td>REVISADO</td></tr> </table>	6						4						8						2						1						#	DESCRIPCION	PRECIA	OBROS	DIBUJO	REVISADO	CONTRATA/CONSULTOR: SUPERVISOR: FORMATO: <b>A-1</b>	H = V =
6																																						
4																																						
8																																						
2																																						
1																																						
#	DESCRIPCION	PRECIA	OBROS	DIBUJO	REVISADO																																	

N° DE ESTRUCTURA	19	20	21	22	23	24	25	26	27	27	28	29	30
TIPO ARMADO	DEFF	DEFF	DEFF	DEFF	DEFF	DEFF	DEFF	DEFF	DEFF	DEFF	DEFF	DEFF	DEFF
POSTE / SOPORTE	8200	8200	8200	8200	12000	8200	8200	8200	8200	8200	8200	8200	8200
VANO HORIZONTAL (m)	30,00	30,00	40,10	30,00	60,83	40,00	79,87	54,33	17,83	43,70	43,01	34,50	19,80
VANO PESO (kg)	5,13	30,00	30,00	28,82	104,70	10,49	114,20	64,33	17,83	30,20	43,57	30,30	19,80
VANO VIENTO (kg)	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00
P. CATERINA (m)	330,00	330,00	330,00	330,00	330,00	330,00	400,10	330,00	330,00	370,00	330,00	330,00	330,00
ESL FINAL (STR)	18,00%	18,00%	18,00%	18,00%	18,00%	18,00%	25,00%	18,00%	18,00%	20,00%	18,00%	18,00%	18,00%
N° y Tipo RETENIDAS													
CONDUCTOR PRINCIPAL	NAD32Y-6	NAD32Y-6	NAD32Y-6	NAD32Y-6	NAD32Y-6	NAD32Y-6	NAD32Y-6	NAD32Y-6	NAD32Y-6	NAD32Y-6	NAD32Y-6	NAD32Y-6	NAD32Y-6



ESTACIÓN	P10	P10	P11	P11	P12	P12	P13	P13	P14	P14	P15	P15	P16	P16	P17	P17
DISTANCIA PARCIAL	30,00	30,00	40,10	30,00	60,83	40,00	79,87	54,33	17,83	43,70	43,01	34,50	19,80			
DISTANCIA ACUMULADA	60,00	90,00	130,10	160,10	220,93	260,93	340,80	395,13	412,96	456,66	500,36	534,86	574,36	618,37	662,37	707,17
COTA DE TERRENO	16,44	16,00	16,00	17,01	17,20	17,00	16,11	16,11	16,40	16,40	16,01	16,00	16,71	16,71	16,07	16,07
TIPO DE TERRENO																
PROPIETARIO																



5																	
4																	
3																	
2																	
1																	
0																	
OP	DESCRIPCIÓN	FECHA	USUARIO	DESGAR	REVISOR	APROBADO	CONTRATISTA / CONSULTOR	SUPERVISOR	FORMA	A-1	OPERA	PROYECTO	OPERA	OPERA	OPERA	OPERA	OPERA


PROYECTO : Alimentación a taller de fabricaciones  
 PLANILLA DE ESTRUCTURAS - CONDUCTOR DE FASE  
 Hipotesis : Maxima Flecha

Nº	Tipo Tipo	Tipo Conductor	Progresiva (m)	Cota (m)	Desnivel de Amarre (m)	Vano Adelante(m)	Vano Equivalente(m)	T. Izquierdo (N)	Ang. IZquierdo (°g)	T. Derecho (N)	Ang. Derecho (°g)	Parámetro de Catenaria (m)	Long. Catenaria (m)	Flecha (m)	Vano Viento (m)	Vano Peso (m)
0	Anclaje	NA2XS2Y-S	21,73	9,77	26,07	51,88	51,88	0,00	0,00	16376,22	25,24	926,38	58,07	0,41	25,94	-436,66
1	Anclaje	NA2XS2Y-S	73,61	35,84	-5,43	30,83	51,88	16793,13	-151,90	6065,19	-12,33	370,55	31,32	0,33	41,36	575,74
2	Anclaje	NA2XS2Y-S	104,44	30,41	-21,80	109,63	51,88	5978,28	-187,64	6280,95	-19,38	370,55	112,17	4,14	70,23	80,62
3	Anclaje	NA2XS2Y-S	214,07	8,60	-1,49	52,86	51,88	5932,34	-182,80	5954,58	-5,69	370,55	52,92	0,94	81,24	18,78
4	Suspensión	NA2XS2Y-S	266,93	7,11	-1,34	65,91	51,88	5930,76	-177,53	6551,16	-5,79	407,61	66,00	1,33	59,39	57,32
5	Suspensión	NA2XS2Y-S	332,85	5,77	1,08	47,47	51,88	6529,70	-176,53	6521,86	-2,03	407,61	47,51	0,69	56,69	39,14
6	Anclaje	NA2XS2Y-S	380,32	6,85	1,31	47,96	51,88	6539,17	-175,36	6521,00	-1,80	407,61	48,01	0,71	47,72	45,90
7	Suspensión	NA2XS2Y-S	428,28	8,17	1,22	37,20	51,88	6541,97	-175,07	5334,14	-1,32	333,50	37,23	0,52	42,58	42,88
8	Suspensión	NA2XS2Y-S	465,48	9,38	0,89	37,69	51,88	5353,57	-174,94	5335,61	-1,89	333,50	37,72	0,53	37,44	40,51
9	Suspensión	NA2XS2Y-S	503,16	10,27	1,04	37,20	51,88	5349,81	-175,42	5334,80	-1,60	333,50	37,23	0,52	37,44	36,04
10	Suspensión	NA2XS2Y-S	540,36	11,31	1,05	29,37	51,88	5351,37	-175,22	5332,89	-0,47	333,50	29,39	0,32	33,28	30,63
11	Anclaje	NA2XS2Y-S	569,72	12,36	0,71	30,34	51,88	5349,76	-175,43	5334,03	-1,27	333,50	30,36	0,35	29,85	34,08
12	Suspensión	NA2XS2Y-S	600,07	13,07	0,69	29,52	51,88	5345,34	-176,06	5333,88	-1,20	333,50	29,54	0,33	29,93	29,92
13	Anclaje	NA2XS2Y-S	629,59	13,76	0,54	29,88	51,88	5344,93	-176,13	5334,63	-1,54	333,50	29,90	0,33	29,70	31,53
14	Suspensión	NA2XS2Y-S	659,47	14,30	0,79	32,00	51,88	5343,23	-176,40	5334,17	-1,34	333,50	32,02	0,38	30,94	28,74
15	Suspensión	NA2XS2Y-S	691,47	15,09	4,24	50,43	51,88	5346,78	-175,84	5332,90	0,48	333,50	50,66	0,96	41,21	21,45
16	Anclaje	NA2XS2Y-S	741,90	15,33	0,48	47,16	51,88	5400,76	-170,90	5342,50	-3,47	333,50	47,20	0,83	48,79	73,66
17	Suspensión	NA2XS2Y-S	789,06	15,81	0,56	63,93	51,88	5350,14	-175,37	5352,92	-4,98	333,50	64,03	1,53	55,54	56,04
18	Suspensión	NA2XS2Y-S	852,99	16,37	-3,68	39,69	51,88	5361,95	-174,01	5394,52	-8,68	333,50	39,89	0,59	51,81	85,89
19	Suspensión	NA2XS2Y-S	892,68	16,69	0,32	39,68	51,88	5335,63	-181,90	5339,77	-2,95	333,50	39,70	0,59	39,69	6,13
20	Suspensión	NA2XS2Y-S	932,36	17,01	0,32	40,19	51,88	5344,89	-176,13	5340,00	-2,99	333,50	40,22	0,61	39,93	39,98
21	Suspensión	NA2XS2Y-S	972,55	17,33	0,32	39,68	51,88	5345,14	-176,09	5339,79	-2,95	333,50	39,70	0,59	39,93	39,96
22	Suspensión	NA2XS2Y-S	1012,23	17,65	4,48	60,93	51,88	5344,86	-176,14	5333,58	-1,03	333,50	61,17	1,40	50,30	28,52
23	Anclaje	NA2XS2Y-S	1073,15	18,13	-3,64	46,08	51,88	5405,21	-170,61	5391,20	-8,45	333,50	46,26	0,80	53,50	104,70
24	Suspensión	NA2XS2Y-S	1119,23	18,49	4,52	79,87	51,88	5332,97	-180,56	7409,82	-1,70	463,19	80,10	1,73	62,97	10,49
25	Suspensión	NA2XS2Y-S	1199,10	19,01	-3,36	54,33	51,88	7482,13	-171,85	5387,47	-8,18	333,50	54,49	1,11	67,10	114,25
26	Suspensión	NA2XS2Y-S	1253,43	19,65	0,08	17,93	51,88	5333,75	-178,87	5334,06	-1,28	333,50	17,93	0,12	36,13	14,06
27	Suspensión	NA2XS2Y-S	1271,36	19,73	0,24	43,70	51,88	5335,34	-178,20	5933,71	-3,06	370,55	43,73	0,64	30,82	30,28
28	Suspensión	NA2XS2Y-S	1315,06	19,97	0,24	43,01	51,88	5937,56	-176,31	5341,98	-3,37	333,50	43,04	0,69	43,35	43,57
29	Suspensión	NA2XS2Y-S	1358,07	20,21	0,24	34,56	51,88	5345,80	-175,99	5338,09	-2,57	333,50	34,57	0,45	38,78	38,35
30	Anclaje		1392,63	20,45	0,00	0,00	0,00	5341,92	-176,64	0,00	180,00	1,00	0,00	0,00	17,28	19,60



**ELECIN**  
EQUIPOS ELECTROINDUSTRIALES S. A.

PROTOCOLO DE PRUEBAS

CLIENTE : CONSORCIO ATOCONGO				EQUIPO : CELDA DE MEDICION	
P.I. : 100.11.194				2.3KV, 60Hz	
PRUEBA REALIZADA				RESULTADO	OBSERVACIONES
VERIFICACIÓN DE METRADO				CONFORME	
VERIFICACIÓN DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS				CONFORME	
VERIFICACIÓN DE DIMENSIONES EXTERNAS				CONFORME	
PRUEBA DE CONTINUIDAD DE CIRCUITOS				CONFORME	Cableado Medidor a Trafomix
PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO ELÉCTRICO				CONFORME	Funcionamiento Medidor
PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO MECÁNICO				CONFORME	
PRUEBA DE AISLAMIENTO				NO APLICABLE	
Valores (MegaOhmios)	=	M.T.	B.T.		
FASE R - MASA	=	-	-	GΩ	Trafomix Asociado
FASE S - MASA	=	-	-	GΩ	TMEA-22 Serie: 36061
FASE T - MASA	=	-	-	GΩ	2.3/0.22KV, 100/5A
FASE N - MASA	=	-	-	GΩ	M.T. : 5 kVcc
FASE R - S	=	-	-	GΩ	MI-10kV
FASE S - T	=	-	-	GΩ	MEGABRAS
FASE T - R	=	-	-	GΩ	
FASE R - N	=	-	-	GΩ	
FASE S - N	=	-	-	GΩ	
FASE T - N	=	-	-	GΩ	
PRUEBA DE TENSION APLICADA 50kV, 1min, 60Hz				NO APLICABLE	Transformador de Prueba
FASE R - MASA	=	-	-	mA	81000/220 V
FASE S - MASA	=	-	-	mA	
FASE T - MASA	=	-	-	mA	
FASE R,S,T - MASA	=	-	-	mA	
<b>CONTROL DE CALIDAD</b>				Probado por: Ing. José M. Díaz Galinos	
				Fecha : 5-sep-2011	
				Supervisado Por : Ing. Mario Cuya Miranda	
				Fecha : 5-sep-2011	
				Supervisor:	
				Fecha :	

# COMPANIA ELECTRO ANDINA S.A.C.

## PROTOCOLO DE PRUEBAS

CLIENTE: **CONSORCIO ATOCONGO** OT: 36061

### TRAFOMIX

Modelo	C E A	Idioma	25,00 KA	ARROLLAMIENTOS	POTENCIAL	INTENSIDAD
Número de Serie	30061	Id	10,00 KA	Potencia	2 x 50 VA	2 x 30 VA
Tipo	TMEA - 22	Frecuencia	60 Hz	Relación de Transformación	2300 / 220 V	100 / 5 A
Año de Fabricación	2011	Montaje	EXTERIOR	Conexión	DELTA ABIERTO	DELTA ABIERTO
Clase de Aislamiento	A	Potencial	SUSTRACTIVA	Clase de Precisión	0.2	0.2
Altitud	1 000 m. s.n.m.	Norma	IEC 60044 1 y 2	Nivel Aislamiento Primario	3,6 / 10 / 40 KV	3,6 / 10 / 40 KV
Refrigeración	ONAN	Peso Total	120 Kg.	Nivel Aislamiento Secundario	0,6 / 2,5 KV	0,6 / 2,5 KV

#### 1.- MEDIDA DE LA RESISTENCIA DE AISLAMIENTO

T. amb.: 19,0 °C

DENOMINACIÓN	Primario	Secundario	Primario - Masa	Secundario - Masa
PESISTENCIA DE AISLAMIENTO (M)	1,39	10	78,5	250
VOLTAJE APLICADO	5000 VDC		5000 VDC	1000 VDC

#### 2.- MEDIDA DE LA RESISTENCIA DE LOS ARROLLAMIENTOS

T. amb.: 19,0 °C

TRANSFORMADOR DE POTENCIAL				TRANSFORMADOR DE CORRIENTE			
UV = 0,315	UV = 0,315	UV = 0,629		R = 1,65 mΩ	S =	T = 1,65 mΩ	
UV = 913,2	UV = 912,6	UV = 1825,2		rs = 134,45 mΩ	st = 136,40 mΩ	tr = 270,39 mΩ	

#### 3.- VERIFICACION DE LA CLASE DE PRECISION (TRANSFORMADOR DE POTENCIAL)

% U <sub>1N</sub>	LIMITE DE ERROR (ε)		FASE	CARGA = 50 VA COS φ = 0,8			CARGA = 12,50 VA COS φ = 0,8		
	ε	δ		ERROR DE RELACION (%)	ANGULO DE DESFAZAJE (min)	RESULTADO	ERROR DE RELACION (%)	ANGULO DE DESFAZAJE (min)	RESULTADO
80	0,20	10	U V III	-0,1111	8,520	CONFORME	0,1974	3,012	CONFORME
100	0,20	10		-0,1280	9,252	-	0,1863	4,149	-
120	0,20	10		-0,1572	9,885	-	0,1528	8,182	-
80	0,20	10		-0,1120	8,320	CONFORME	0,1989	2,811	CONFORME
100	0,20	10		-0,1298	9,090	-	0,1835	4,339	-
120	0,20	10		-0,1646	9,210	-	0,1493	8,339	-

#### 4.- VERIFICACION DE LA CLASE DE PRECISION (TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD)

% I <sub>1N</sub>	LIMITE DE ERROR (ε)		FASE	CARGA = 30 VA COS φ = 0,8			CARGA = 7,50 VA COS φ = 0,8			
	ε	δ		ERROR DE RELACION (%)	ANGULO DE DESFAZAJE (min)	RESULTADO	ERROR DE RELACION (%)	ANGULO DE DESFAZAJE (min)	RESULTADO	
5	0,75	30	R 100% A	-0,2602	4,128	CONFORME	-0,0640	1,524	CONFORME	
20	0,35	15		-0,1795	3,834	-	-0,0331	1,645	-	
100	0,20	10		-0,1307	2,535	-	-0,0278	1,400	-	
120	0,20	10		-0,1310	2,283	-	-0,0269	1,312	-	
5	0,75	30		Y 100% A	-0,3058	5,576	CONFORME	-0,0724	2,620	CONFORME
20	0,35	15			-0,1998	4,270	-	-0,0416	2,036	-
100	0,20	10	-0,1413		2,609	-	-0,0303	1,469	-	
120	0,20	10	-0,1350	2,429	-	-0,0298	1,401	-		

#### 5.- MEDIDA DE LA TENSION

DE RUPTURA DEL ACEITE

T <sub>amb</sub> (°C)	NORMA	KV	ACEITE CALUMET
20,0	ASTM D1816	45	CALTRAN II60-08

#### 6.- PRUEBA EN VACIO (Sin estación trifásica por el secundario 1P)

VOLT.				AMPER				WATT	
U <sub>1N</sub>	U <sub>2N</sub>	U <sub>3N</sub>	U <sub>4N</sub>	I <sub>1</sub>	I <sub>2</sub>	I <sub>3</sub>	I <sub>4</sub>	W	W
220,26 V	221,19 V	220,22 V	0,097 A	0,145 A	0,101 A			13,75 W	

#### 7.- PRUEBA DE TENSION INDUCIDA

TENSION	FRECUENCIA	INTENSIDAD	TIEMPO
440 V	120 Hz	0,12 A	60 seg

#### 8.- PRUEBA DE TENSION APLICADA

Prim. / Secund. - Masa	KV	mA	Seg
Secund. / Prim. - Masa	2,5 KV	1,57 mA	60 Seg

#### OBSERVACIONES

- ε = Indica los límites de error de relación expresados en porcentaje.
- δ = Indica los límites del desplazamiento angular expresados en minutos.
- \*.- BIL EXTERIOR 125 KV
- \*.- TRES (03) BASES PORTA FUSIBLES CON FUSIBLES 1A - 6 / 12 KV.

#### CONCLUSIONES

De las Pruebas realizadas se concluye que la unidad CUMPLE con lo especificado según Norma de fabricación.

CONTROL DE CALIDAD	SALA DE PRUEBAS	CLIENTE
Revisado Por: Eusebio Guzman Ramon	Elaborado por: Kelvin Carbonell Remigio	

Nº 028228



Elster Medidores S.A.  
Av. La Marina 842  
La Perla  
Callao 4  
Perú  
T +51 1 457 5533  
F +51 1 457 5686  
www.elster.com

## GARANTIA DE CALIDAD

El que suscribe, representante legal de Elster Medidores S.A., representante exclusivo de :

**Elster Solutions, LLC**

certifica que el medidor electrónico de características que se indican a continuación ha sido suministrado y preparado por personal especializado de nuestra empresa, el medidor ha salido en perfecto estado de funcionamiento, por lo que lo garantizamos por un periodo de:

**12 meses contados a partir del 29/03/2010**

Esta garantía cubre defectos de fabricación mas no de mala operación o instalación.

No serie	Descripción	Adicionales
11710539	Medidor trifásico electrónico Elster Alpha Plus, fabricados por Elster Electricity LLC/USA, (ex - ABB Metering), tipo A1RL+, 3 hilos, precisión 0.2, energía activa en kwh, energía reactiva en kVARh, máxima demanda en kW y kVAR, hasta en 4 tarifas, valores instantáneos de corriente, tensión, factor de potencia, con puerto óptico. (Opcionalmente permite instalar tarjeta de comunicación RS-232, RS-485 o modem interno). Tipo A1RL+, Clase 20 2.5(20) A, 120-480 V, 60 Hz, con perfil de carga de hasta 4 canales. Estilo ZQ2B0F000.	

Este documento es válido siempre que el usuario presente a la empresa eléctrica concesionaria los siguientes documentos originales: Protocolo de pruebas y protocolo de programación (Solo en el caso de ser medidores electrónicos multifunción) suministrados por Elster Medidores S.A. Cualquier accesorio ó función que se haya agregado al medidor en su forma original debe ser indicado en la presente garantía.

Callao, 29 de Marzo de 2010

GUIA: GR003-014137

FACT: FV002-011178

E-005282

**Elster Medidores S.A.**

Ing. Marco Antonio Banda  
Jefe de Proyectos  
C.I.P. 104432

**CEA**

# Compañía Electro Andina S.A.C.

## PROTOCOLO DE PRUEBAS

CLIENTE :	COSAPI S.A.	OT : 35873
-----------	-------------	------------

### TRANSFORMADOR

Marca	<b>CEA</b>	Potencia	<b>360</b>	KVA	Refrigeración	<b>ONAN</b>
Número de Serie	<b>35873</b>	Relación de Tensión	<b>10000 / 460</b>	V	Altitud	<b>1000 msnm</b>
Tipo	<b>T3DO</b>	Relación de Corriente	<b>20.78 / 451.84</b>	A	Montaje	<b>EXTERIOR</b>
Año de Fabricación	<b>2011</b>	Grupo de Conexión	<b>Dyn5</b>		Nivel Aislamiento Prim.	<b>12 / 28 / 75 kV</b>
Norma	<b>IEC 60076</b>	Tcc (%)	<b>4.95</b>		Nivel Aislamiento Sec.	<b>1.1 / 3 kV</b>
Frecuencia	<b>60 Hz</b>	Regulación lado 10.0 kV	<b>± 2 x 1.25 %</b>		Peso Total	<b>1450 Kg.</b>

1.- MEDIDA DE LA RESISTENCIA DE AISLAMIENTO :	T amb. = <b>19.9</b> °C
---	-------------------------

DENOMINACIÓN	Primario - Secundario	Primario - Masa	Secundario - Masa
RESISTENCIA DE AISLAMIENTO	<b>113</b> GΩ	<b>12.6</b> GΩ	<b>2.94</b> GΩ
VDC	5 000 V	5 000 V	1 000 V

2.- MEDIDA DE LA RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN Y VERIFICACIÓN DE LA POLARIDAD : 10000 / 460 V

POS. CAM.	RELACION TEORICA	RELACION DE MEDIDA			ERROR DE RELACION (%)	GRUPO DE CONEXION
		U - V / n - u	V - W / n - v	W - U / n - w		
1	38.595	<b>38.621</b>	<b>38.619</b>	<b>38.622</b>	<b>0.0710</b>	Dyn5
2	38.124	<b>38.156</b>	<b>38.155</b>	<b>38.156</b>	<b>0.0841</b>	
3	37.653	<b>37.693</b>	<b>37.690</b>	<b>37.693</b>	<b>0.1055</b>	
4	37.183	<b>37.193</b>	<b>37.190</b>	<b>37.191</b>	<b>0.0279</b>	
5	36.712	<b>36.728</b>	<b>36.726</b>	<b>36.726</b>	<b>0.0437</b>	

3.- MEDIDA DE LA TENSION DE RUPTURA DEL ACEITE

Tamb [°C]	NORMA	kV	MARCA	TIPO
<b>25.0</b>	<b>ASTM D1816</b>	<b>45</b>	<b>NYNAS</b>	<b>IZAR - I</b>

4.- PRUEBA EN VACÍO : Alimentación por Secundario 460 V

POS. CAM.	VOLT.			AMPER			PERDIDA Fe.
	u - v	v - w	w - u	r	s	t	WATT
	(V)	(V)	(V)	(A)	(A)	(A)	(W)
3	<b>450.7</b>	<b>438.8</b>	<b>460.6</b>	<b>7.07</b>	<b>4.13</b>	<b>7.48</b>	<b>758.0</b>

5.- MEDIDA DE LA RESISTENCIA DE LOS ARROLLAMIENTOS : 10000 / 460 V

ARROLLAMIENTO DE SECUNDARIO						ARROLLAMIENTO DE PRIMARIO							
u - v	29.850	mV	9.078	A	<b>3.288</b>	mΩ	U - V	7.41	V	2.449	A	<b>3.026</b>	Ω
v - w	29.910	mV	9.101	A	<b>3.286</b>	mΩ	V - W	7.39	V	2.465	A	<b>2.998</b>	Ω
w - u	30.010	mV	9.085	A	<b>3.303</b>	mΩ	W - U	7.41	V	2.448	A	<b>3.027</b>	Ω

6.- PRUEBA EN CORTOCIRCUITO : Alimentación por Primario 10000 / 460

POS. CAM.	VOLT.			AMPER			PERDIDA Cu.		Tcc (%)
	U - V	V - W	W - U	R	S	T	WATT	TOTAL	
	(V)	(V)	(V)	(A)	(A)	(A)	(W)	(W)	
3	<b>485.2</b>	<b>478.4</b>	<b>492.5</b>	<b>20.294</b>	<b>20.660</b>	<b>20.529</b>	<b>3726.0</b>	<b>3832.3</b>	<b>4.92</b>

7.- PRUEBA DE TENSION INDUCIDA : 460 V

Alim por Secund	Frecuencia	Amp	SEGUNDOS
<b>460 V</b>	<b>120 Hz</b>	<b>10.30</b>	<b>60</b>

8.- PRUEBA DE TENSION APLICADA :

Prim. / Sec. - Masa	28 kV	<b>31.64</b> mA	60 Seg.
Sec. / Prim. - Masa	3 kV	<b>5.86</b> mA	60 Seg.

9.- RESUMEN :

	MEDIDO	TOLERANCIA (%)
Pfc a Vnom (Watts)	<b>758.0</b>	+ 15
Pcu a 75 °C a Inom (Watt)	<b>4300.5</b>	+ 15
Tcc a 75 °C a Inom (%)	<b>4.95</b>	± 10
Io a Vnom (%)	<b>1.38</b>	+ 30
Pcu a 20 °C a Inom (Watts)	<b>3820.1</b>	

OBSERVACIONES :

- \*. BIL EXTERIOR 125 kV
- \*. EL EQUIPO SALE DE FABRICA CONECTADO EN LA RELACION 2300 / 400 V

CONCLUSIONES :

De las Pruebas Realizadas se concluye que la unidad **CUMPLE** con lo especificado según Norma de Fabricación.

CONTROL DE CALIDAD	SALA DE PRUEBAS	CLIENTE
Revisado Por	Elaborado por	
<b>Miguel Palacios Ruiz.</b>	<b>Juan Carlos Mendoza</b>	<b>Sr. Luis Rojas Herencia</b>
		<b>CONSORCIO ATOCONGO</b>





# Compañía Electro Andina S.A.C.

## PROTOCOLO DE PRUEBAS

CLIENTE : **COSAPI S.A.** OT : **35873**

### TRANSFORMADOR

Marca	<b>CEA</b>	Potencia	<b>360</b>	<b>KVA</b>	Refrigeración	<b>ONAN</b>
Número de Serie	<b>35873</b>	Relación de Tensión	<b>10000 / 230</b>	<b>V</b>	Altitud	<b>1000 msnm</b>
Tipo	<b>T3DO</b>	Relación de Corriente	<b>20.78 / 903.68</b>	<b>A</b>	Montaje	<b>EXTERIOR</b>
Año de Fabricación	<b>2011</b>	Grupo de Conexión	<b>Dyn5</b>		Nivel Aislamiento Prim.	<b>12 / 28 / 75 kV</b>
Norma	<b>IEC 60076</b>	Tcc (%)	<b>6.24</b>		Nivel Aislamiento Sec.	<b>1.1 / 3 kV</b>
Frecuencia	<b>60 Hz</b>	Regulación lado 10.0 kV	<b>± 2 x 1.25 %</b>		Peso Total	<b>1450 Kg.</b>

1.- MEDIDA DE LA RESISTENCIA DE AISLAMIENTO : T amb. = **20.3 °C**

DENOMINACIÓN	Primario - Secundario	Primario - Masa	Secundario - Masa
RESISTENCIA DE AISLAMIENTO	<b>97.3 GΩ</b>	<b>18.5 GΩ</b>	<b>8.75 GΩ</b>
VDC	<b>5 000 V</b>	<b>5 000 V</b>	<b>1 000 V</b>

2.- MEDIDA DE LA RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN Y VERIFICACIÓN DE LA POLARIDAD : 10000 / 230 V

POS. CAM.	RELACIÓN TEÓRICA	RELACIÓN DE MEDIDA			ERROR DE RELACIÓN (%)	GRUPO DE CONEXIÓN
		U - V / n - u	V - W / n - v	W - U / n - w		
1	77.189	<b>77.245</b>	<b>77.243</b>	<b>77.247</b>	<b>0.0749</b>	<b>Dyn5</b>
2	76.248	<b>76.321</b>	<b>76.317</b>	<b>76.319</b>	<b>0.0959</b>	
3	75.307	<b>75.388</b>	<b>75.388</b>	<b>75.384</b>	<b>0.1081</b>	
4	74.365	<b>74.390</b>	<b>74.393</b>	<b>74.385</b>	<b>0.0373</b>	
5	73.424	<b>73.463</b>	<b>73.456</b>	<b>73.459</b>	<b>0.0533</b>	

3.- MEDIDA DE LA TENSION DE RUPTURA DEL ACEITE : Tamb (°C) **25.0** NORMA **ASTM D1816** kV **45** MARCA **NYNAS** TIPO **IZAR - I**

4.- PRUEBA EN VACÍO : Alimentación por Secundario 10000 / 460 V

POS. CAM.	VOLT.			AMPER			PERDIDA Fe. WATT (W)
	u - v (V)	v - w (V)	w - u (V)	r (A)	s (A)	t (A)	
3	<b>449.3</b>	<b>439.9</b>	<b>460.3</b>	<b>7.11</b>	<b>4.15</b>	<b>7.56</b>	<b>762.0</b>

5.- MEDIDA DE LA RESISTENCIA DE LOS ARROLLAMIENTOS : 10000 / 460 V T amb. = **21.7 °C**

ARROLLAMIENTO DE SECUNDARIO				ARROLLAMIENTO DE PRIMARIO			
u - v	29.850 mV	9.078 A	<b>3.288 mΩ</b>	U - V	7.41 V	2.449 A	<b>3.026 Ω</b>
v - w	29.910 mV	9.101 A	<b>3.286 mΩ</b>	V - W	7.39 V	2.465 A	<b>2.998 Ω</b>
w - u	30.010 mV	9.085 A	<b>3.303 mΩ</b>	W - U	7.41 V	2.448 A	<b>3.027 Ω</b>

6.- PRUEBA EN CORTOCIRCUITO : Alimentación por Primario 10000 / 230 V T amb. = **20.6 °C**

POS. CAM.	VOLT.			AMPER			PERDIDA Cu. WATT (W)		Tcc (%)
	U - V (V)	V - W (V)	W - U (V)	R (A)	S (A)	T (A)	WATT (W)	TOTAL (W)	
3	<b>590.7</b>	<b>579.6</b>	<b>595.6</b>	<b>19.633</b>	<b>20.153</b>	<b>20.000</b>	<b>5216.0</b>	<b>5673.7</b>	<b>6.14</b>

7.- PRUEBA DE TENSIÓN INDUCIDA : 460 V 8.- PRUEBA DE TENSIÓN APLICADA :

Alim. por Secundario	Frecuencia	Amp.	SEGUNDOS	Prim. / Sec. - Masa	28 kV	31.64 mA	60 Seg.
460 V	120 Hz	<b>10.30</b>	60	Sec. / Prim. - Masa	3 kV	<b>5.86 mA</b>	60 Seg.

9.- RESUMEN :	MEDIDO	TOLERANCIA (%)
Pfe a Vnom (Watts)	<b>762.0</b>	+ 15
Pcu a 75 °C a Inom (Watt)	<b>6996.0</b>	+ 15
Tcc a 75 °C a Inom (%)	<b>6.24</b>	± 10
Io a Vnom (%)	<b>0.69</b>	+ 30
Pcu a 20 °C a Inom (Watts)	<b>5659.0</b>	

OBSERVACIONES : \*.- BIL EXTERIOR 125 kV \*.- EL EQUIPO SALE DE FABRICA CONECTADO EN LA RELACION 2300 / 400 V CONCLUSIONES : De las Pruebas Realizadas se concluye que la unidad CUMPLE con lo especificado según Norma de Fabricación.

CONTROL DE CALIDAD	SALA DE PRUEBAS	CLIENTE
Revisado Por <b>Miguel Palacios Ruiz</b>	Elaborado por <b>Juan Carlos Mendoza</b>	<b>Sr. Luis Rojas Herencia</b> <b>CONSORCIO ATOCONGO</b>





# Compañía Electro Andina S.A.C.

## PROTOCOLO DE PRUEBAS

CLIENTE : **COSAPI S.A.** OT : **35873**

### TRANSFORMADOR

Marca	<b>CEA</b>	Potencia	<b>360</b>	KVA	Refrigeración	<b>ONAN</b>
Número de Serie	<b>35873</b>	Relación de Tensión	<b>2300 / 460</b>	V	Altitud	<b>1000 msnm</b>
Tipo	<b>T3DO</b>	Relación de Corriente	<b>90.37 / 451.84</b>	A	Montaje	<b>EXTERIOR</b>
Año de Fabricación	<b>2011</b>	Grupo de Conexión	<b>Dyn5</b>		Nivel Aislamiento Prim.	<b>12 / 28 / 75 kV</b>
Norma	<b>IEC 60076</b>	Tcc (%)	<b>3.55</b>		Nivel Aislamiento Sec.	<b>1.1 / 3 kV</b>
Frecuencia	<b>60 Hz</b>	Regulación lado 2.3 kV	<b>± 2 x 5.43 %</b>		Peso Total	<b>1450 Kg.</b>

1.- MEDIDA DE LA RESISTENCIA DE AISLAMIENTO : T amb. = **20.3** °C

DENOMINACIÓN	Primario - Secundario	Primario - Masa	Secundario - Masa
RESISTENCIA DE AISLAMIENTO	<b>97.3</b> GΩ	<b>18.5</b> GΩ	<b>8.75</b> GΩ
VDC	<b>5 000</b> V	<b>5 000</b> V	<b>1 000</b> V

2.- MEDIDA DE LA RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN Y VERIFICACIÓN DE LA POLARIDAD : 2300 / 460 V

POS. CAM.	RELACIÓN TEÓRICA	RELACIÓN DE MEDIDA			ERROR DE RELACIÓN (%)	GRUPO DE CONEXIÓN
		U - V / n - u	V - W / n - v	W - U / n - w		
1	9.601	<b>9.606</b>	<b>9.605</b>	<b>9.604</b>	<b>0.0546</b>	<b>Dyn5</b>
2	9.131	<b>9.142</b>	<b>9.141</b>	<b>9.141</b>	<b>0.1281</b>	
3	8.660	<b>8.678</b>	<b>8.677</b>	<b>8.677</b>	<b>0.2072</b>	
4	8.190	<b>8.178</b>	<b>8.177</b>	<b>8.177</b>	<b>-0.1465</b>	
5	7.720	<b>7.713</b>	<b>7.713</b>	<b>7.713</b>	<b>-0.0836</b>	

3.- MEDIDA DE LA TENSION DE RUPTURA DEL ACEITE : T amb (°C) **25.0** NORMA **ASTM D1816** kV **45** MARCA **NYNAS** TIPO **IZAR - I**

4.- PRUEBA EN VACÍO : Alimentación por Secundario 460 V

POS. CAM.	VOLT.			AMPER			PERDIDA Fe. WATT (W)
	u - v (V)	v - w (V)	w - u (V)	r (A)	s (A)	t (A)	
3	<b>449.3</b>	<b>439.9</b>	<b>460.3</b>	<b>7.11</b>	<b>4.15</b>	<b>7.56</b>	<b>762.0</b>

5.- MEDIDA DE LA RESISTENCIA DE LOS ARROLLAMIENTOS : 2300 / 460 V T amb. = **21.7** °C

ARROLLAMIENTO DE SECUNDARIO				ARROLLAMIENTO DE PRIMARIO			
u -	14.920 mV	9.107 A	<b>1.638</b> mΩ	U - V	1.49 V	7.780 A	<b>0.192</b> Ω
	15.070 mV	9.106 A	<b>1.655</b> mΩ	V - W	1.50 V	7.783 A	<b>0.193</b> Ω
w - u	15.090 mV	9.055 A	<b>1.666</b> mΩ	W - U	1.50 V	7.777 A	<b>0.193</b> Ω

6.- PRUEBA EN CORTOCIRCUITO : Alimentación por Primario 2300 / 460 T amb. = **20.9** °C

POS. CAM.	VOLT.			AMPER			PERDIDA Cu. WATT (W)		Tcc (%)
	U - V (V)	V - W (V)	W - U (V)	R (A)	S (A)	T (A)	TOTAL (W)		
3	<b>79.3</b>	<b>79.7</b>	<b>81.4</b>	<b>88.790</b>	<b>89.600</b>	<b>90.250</b>	<b>4204.0</b>	<b>4281.5</b>	<b>3.52</b>

7.- PRUEBA DE TENSIÓN INDUCIDA : 460 V 8.- PRUEBA DE TENSIÓN APLICADA :

Alim. por Secundario	Frecuencia	Amp	SEGUNDOS	Prim. / Sec. - Masa	28 kV	31.64 mA	60 Seg.
460 V	120 Hz	<b>10.30</b>	60	Sec. / Prim. - Masa	3 kV	<b>5.86</b> mA	60 Seg.

9.- RESUMEN :

	MEDIDO	TOLERANCIA (%)
Pfe a Vnom (Watts)	<b>762.0</b>	+ 15
Pcu a 75 °C a Inom (Watt)	<b>4636.4</b>	+ 15
Tcc a 75 °C a Inom (%)	<b>3.55</b>	± 10
Io a Vnom (%)	<b>1.39</b>	+ 30
Pcu a 20 °C a Inom (Watts)	<b>4276.5</b>	

OBSERVACIONES : **\*. BIL EXTERIOR 125 kV**  
 EL EQUIPO SALE DE FABRICA CONECTADO EN LA RELACION 2300 / 400 V

CONCLUSIONES :  
 De las Pruebas Realizadas se concluye que la unidad CUMPLE con lo especificado según Norma de Fabricación.

CONTROL DE CALIDAD	SALA DE PRUEBAS	CLIENTE
Revisado Por <b>Miguel Palacios Ruiz.</b>	Elaborado por <b>Juan Carlos Mendoza</b>	<b>Sr. Luis Rojas Herencia</b> <b>CONSORCIO ATOCONGO</b>

**CEA**

# Compañía Electro Andina S.A.C.

## PROTOCOLO DE PRUEBAS

CLIENTE :	COSAPI S.A.	OT : 35873
-----------	-------------	------------

### TRANSFORMADOR

Marca	CEA	Potencia	360	KVA	Refrigeración	ONAN
Número de Serie	35873	Relación de Tensión	2300 / 230	V	Altitud	1000 msnm
Tipo	T3DO	Relación de Corriente	90.37 / 903.68	A	Montaje	EXTERIOR
Año de Fabricación	2011	Grupo de Conexión	Dyn5		Nivel Aislamiento Prim.	12 / 28 / 75 kV
Norma	IEC 60076	Tec (%)	4.80		Nivel Aislamiento Sec.	1.1 / 3 kV
Frecuencia	60 Hz	Regulación lado 2.3 kV	± 2 x 5.43 %		Peso Total	1450 Kg.

1.- MEDIDA DE LA RESISTENCIA DE AISLAMIENTO :	T amb. = 20.3 °C
---	------------------

DENOMINACIÓN	Primario - Secundario	Primario - Masa	Secundario - Masa
RESISTENCIA DE AISLAMIENTO	97.3 GΩ	18.5 GΩ	8.75 GΩ
VDC	5 000 V	5 000 V	1 000 V

2.- MEDIDA DE LA RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN Y VERIFICACIÓN DE LA POLARIDAD : 2300 / 230 V

POS. CAM.	RELACIÓN TEORICA	RELACIÓN DE MEDIDA			ERROR DE RELACION (%)	GRUPO DE CONEXIÓN
		U - V / n - u	V - W / n - v	W - U / n - w		
1	19.202	19.215	19.215	19.214	0.0702	Dyn5
2	18.261	18.286	18.286	18.286	0.1368	
3	17.321	17.358	17.358	17.358	0.2165	
4	16.380	16.358	16.358	16.357	-0.1343	
5	15.440	15.429	15.429	15.429	-0.0680	

3.- MEDIDA DE LA TENSION DE RUPTURA DEL ACEITE	Tamb (°C)	NORMA	kV	MARCA	TIPO
	25.0	ASTM D1816	45	NYNAS	IZAR - I

4.- PRUEBA EN VACÍO : Alimentación por Secundario 460 V

POS. CAM.	VOLT.			AMPER			PERDIDA Fe. WATT (W)
	u - v (V)	v - w (V)	w - u (V)	r (A)	s (A)	t (A)	
3	449.3	439.9	460.3	7.11	4.15	7.56	762.0

5.- MEDIDA DE LA RESISTENCIA DE LOS ARROLLAMIENTOS : 2300 / 230 V	T amb. = 21.7 °C
---	------------------

ARROLLAMIENTO DE SECUNDARIO				ARROLLAMIENTOS DE PRIMARIO			
u - v	14.920 mV	9.107 A	1.638 mΩ	U - V	1.49 V	7.780 A	0.192 Ω
v - w	15.070 mV	9.106 A	1.655 mΩ	V - W	1.50 V	7.783 A	0.193 Ω
w - u	15.090 mV	9.055 A	1.666 mΩ	W - U	1.50 V	7.777 A	0.193 Ω

6.- PRUEBA EN CORTOCIRCUITO : Alimentación por Primario 2300 / 230	T amb. = 20.5 °C
--	------------------

POS. CAM.	VOLT.			AMPER			PERDIDA Cu. WATT (W)		Tcc (%)
	U - V (V)	V - W (V)	W - U (V)	R (A)	S (A)	T (A)	TOTAL (W)		
3	106.0	106.0	108.6	86.630	89.570	89.660	5879.0	6113.2	4.74

7.- PRUEBA DE TENSION INDUCIDA : 460 V

Alim por Secund	Frecuencia	Amp	SEGUNDOS
460 V	120 Hz	10.30	60

8.- PRUEBA DE TENSION APLICADA :

Prim. / Sec. - Masa	28 kV	31.64 mA	60 Seg.
Sec. / Prim. - Masa	3 kV	5.86 mA	60 Seg.

9.- RESUMEN :

	MEDIDO	TOLERANCIA (%)
Pfe a Vnom (Watts)	762.0	+ 15
Pcu a 75 °C a Inom (Watt)	6736.7	+ 15
Tec a 75 °C a Inom (%)	4.80	± 10
Io a Vnom (%)	0.69	+ 30
Pcu a 20 °C a Inom (Watts)	6108.1	

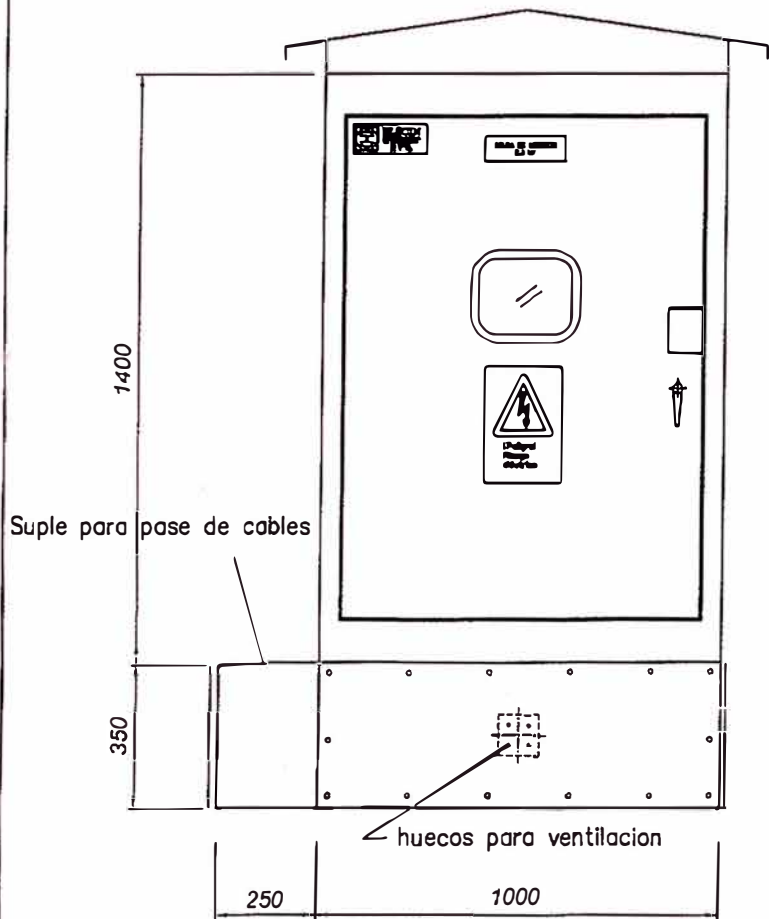
OBSERVACIONES :

\*.. BIL EXTERIOR 125 kV  
 \*. EL EQUIPO SALE DE FABRICA CONECTADO EN LA RELACION 2300 / 400 V

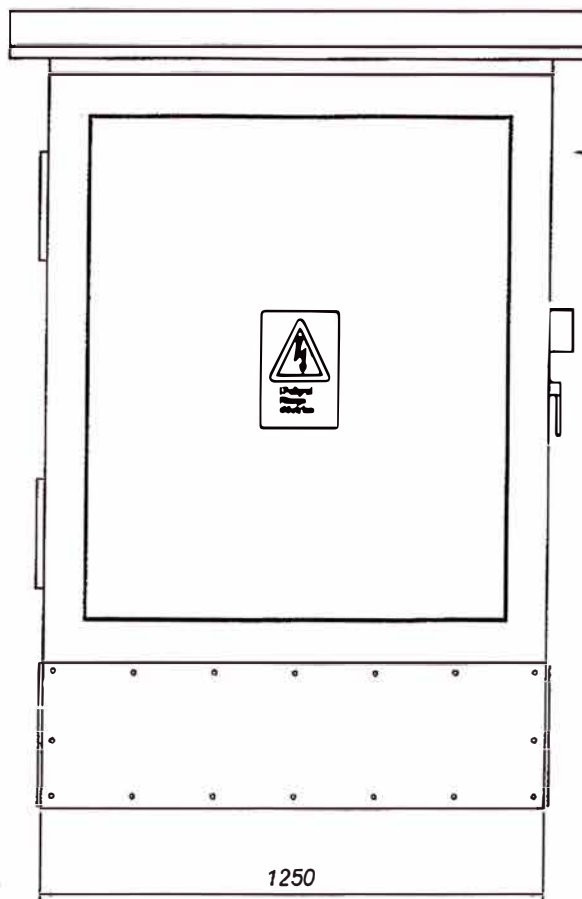
CONCLUSIONES :

De las Pruebas Realizadas se concluye que la unidad CUMPLE con lo especificado según Norma de Fabricación.

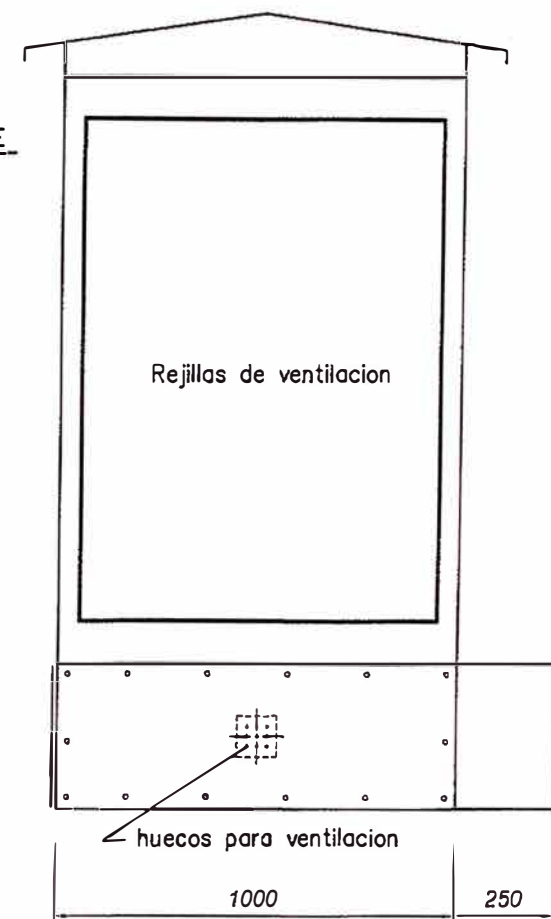
CONTROL DE CALIDAD	SALA DE PRUEBAS	CLIENTE
Revisado Por Miguel Palacios Ruiz.	Elaborado por Juan Carlos Mendoza	Sr. Luis Rojas Horencia CONSORCIO ATOCONGO



VISTA FRONTAL

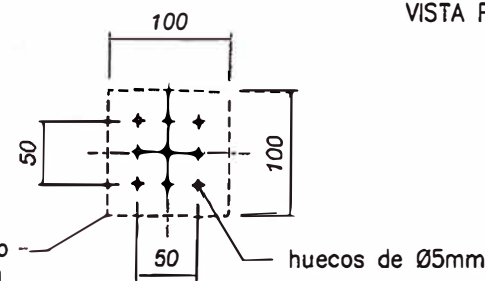


VISTA LATERAL



VISTA POSTERIOR

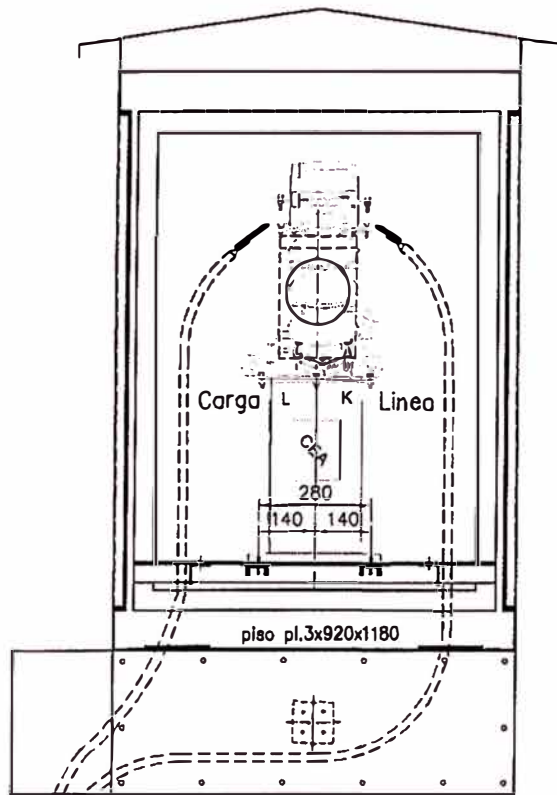
- EJECUCION: FIJA
- INSTALACION EXTERIOR
- ESTRUCTURA: Plancha LAF 3mm.
- TECHO INCLINADO: Plancha LAF 2.0mm.
- PUERTA FRONTAL: Plancha LAF 2.0mm
- CUBIERTA LATERAL: Plancha LAF 2.0mm
- CUBIERTA POSTERIOR: Plancha LAF 2.0mm.
- ACABADO: COLOR RAL 7032



malla mosquetero  
Nota: usar silicona como pegamento

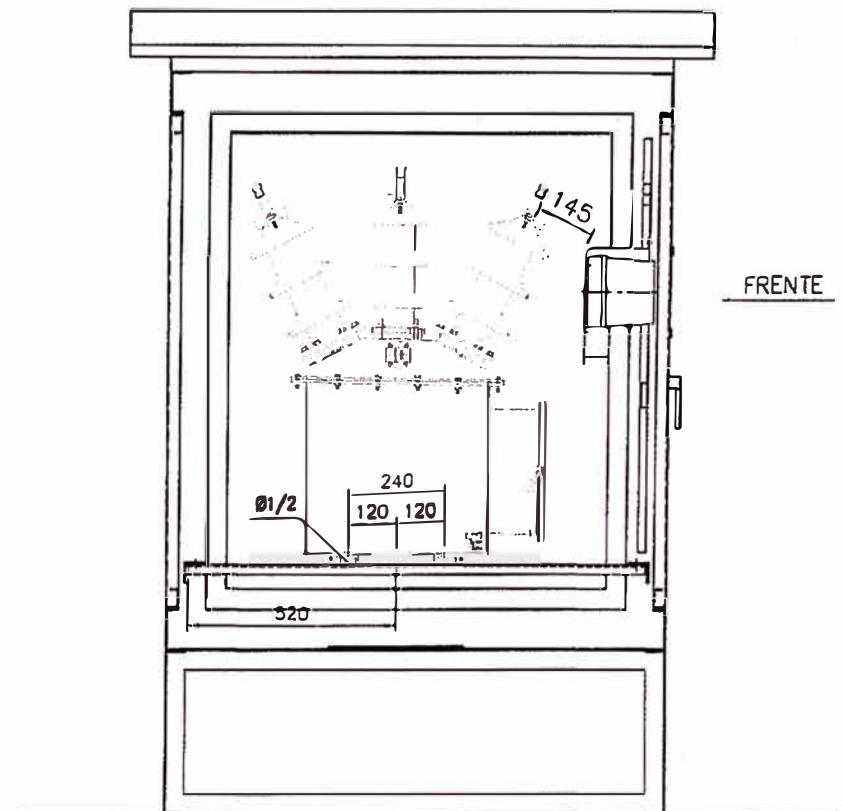
DETALLE DE VENTILACION

EDICION	0	1	2	3	4	5	6	7	8
FECHA	04-08-11	05-08-11	08-08-11	18-08-11	26-08-11				
REALIZADO	C.M.F.	C.M.F.	C.M.F.	C.M.F.	C.M.F.				
APROBADO	M.C.M.	M.C.M.	M.C.M.	M.C.M.	M.C.M.				



CANAL PARA CABLES

CORTE FRONTAL  
MONTAJE



CORTE LATERAL  
MONTAJE

NOTA: USAR SILICONA PARA SELLAR  
LAS PLANCHAS LATERALES  
DE LA BANCADA.



EDICION	0	1	2	3	4	5	6	7	8
FECHA	04-08-11	05-08-11	08-08-11	18-08-11					
REALIZADO	C.M.F.	C.M.F.	C.M.F.	C.M.F.					
APROBADO	M.C.M.	M.C.M.	M.C.M.	M.C.M.					

MONTAJE  
CELDA DE MEDICION 2.3kV, 60Hz.  
(ENTRADA Y SALIDA)  
CONSORCIO ATOCONGO

CE-0804-30-157  
Hoja N.º 02  
PEDIDO INTERNO: 100.11.194

## FICHA TECNICA

### CARACTERISTICAS GENERALES

Denominación técnica	CABLE DE ALUMINIO AUTOPORTANTE DE MEDIA TENSION TIPO NA2XS2Y-S DE 3x1x35mm <sup>2</sup> . 8/15 Kv.
Descripción general	Cable de aluminio autoportante aislamiento reticulado XLPE semiconductor sobre el conductor aislado. Barrera térmica de poliéster. Chaqueta exterior de polietileno termoplástico.

### CARACTERISTICAS TECNICAS

- **CARACTERISTICAS**  
TIPO: NA2XS2Y-S  
SECCION/CALIBRE: 3x1x35mm<sup>2</sup>  
SOPORTE DE ACERO GALVANIZADO  
DIAMETRO NOMINAL: 7.94mm  
DIAMETRO CUBIERTO: 9.94mm  
CARGA DE ROTURA: 5078Kg  
PESO CON CUBIERTA: 354 Kg/Km

### REQUISITOS

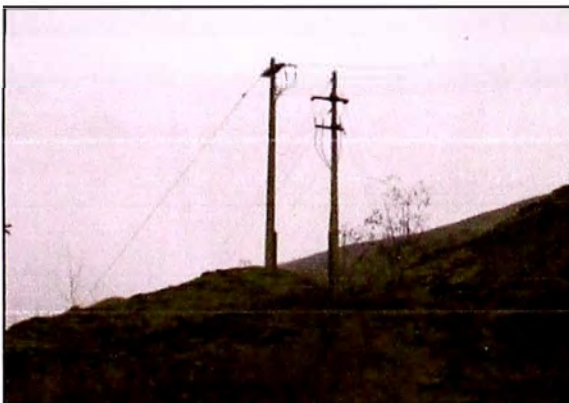
- **PARAMETROS FISICOS**  
ESPESOR AISLAMIENTO: 4.5mm  
ESPESOR CUBIERTA: 1.8mm  
DIAMETRO CONFORMACIÓN: 56mm  
PESO: 1890Kg/Km  
CARGA DE ROTURA: 3015 Kg
- **PARAMETROS ELECTRICOS**  
RESISTENCIA OHMICA Rcc 20°C: <=0.868 Ohm/Km  
RESISTENCIA OHMICA Rcc 90°C: <=1.113 Ohm/Km  
REACTANCIA INDUCTIVA: 0.1730 Ohm/Km  
CAPACIDAD DE CORRIENTE A 90° C:>= 150 A  
TEMPERATURA DE OPERACION: 90° C  
TENSION DE SERVICIO: 8,7/15 Kv.  
NORMA DE FABRICACIÓN INTERNACIONAL: IEC 60502-2

## REGISTRO FOTOGRAFICO

- Explanada a energizar

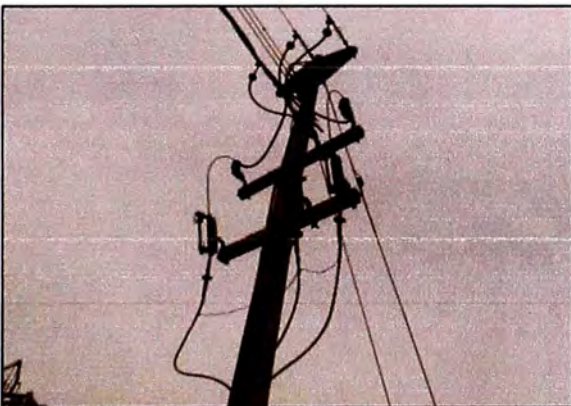
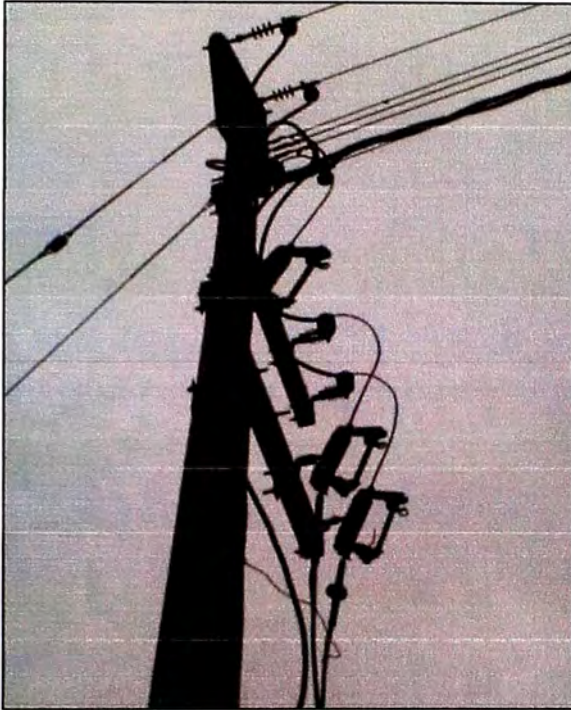


- Ruta de la línea





- Tendido de línea





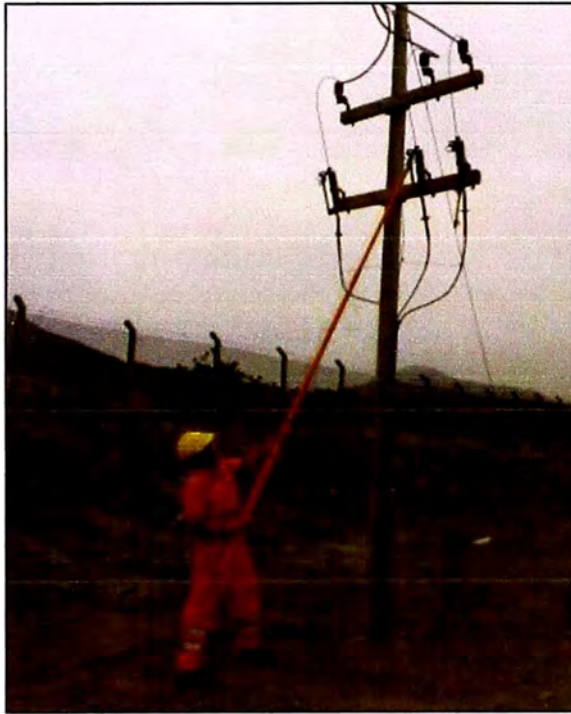


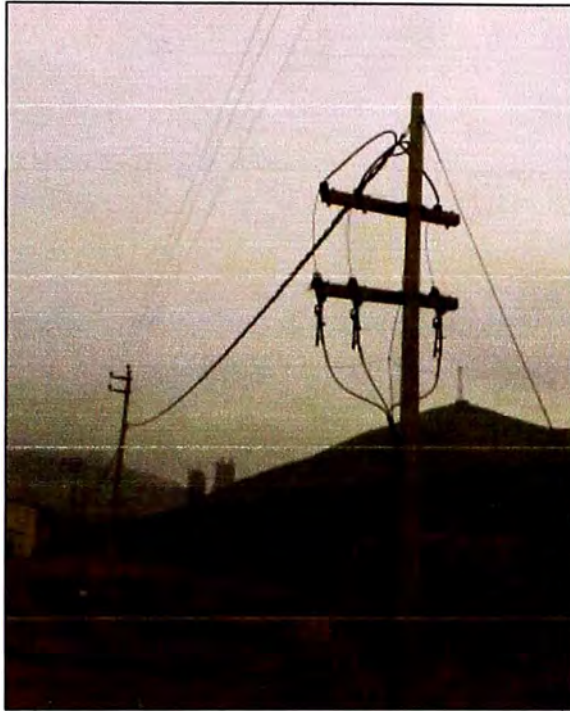
- Transformador y celda de medición





- **Conexionado y pruebas**





- **Taller de fabricaciones**





- Estado actual Linea 2.3kV





