

# **UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**



## **GRADO DE CUMPLIMIENTO DEL ESTUDIO DEFINITIVO EN EL MONTAJE DE UNA LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE 66 kV y SUBESTACIONES DE POTENCIA**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO ELÉCTRICISTA**

**PRESENTADO POR:**

**JOSÉ EDUARDO PANEZ RICARDI**

**PROMOCIÓN  
2010 – I**

**LIMA – PERÚ  
2013**

**GRADO DE CUMPLIMIENTO DEL ESTUDIO DEFINITIVO  
EN EL MONTAJE DE UNA LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE  
66 kV y SUBESTACIONES DE POTENCIA**

Agradezco de manera especial a mis padres y a las personas que estuvieron y están hasta ahora a mi lado respaldándome en cada paso que doy para conseguir mis logros personales y profesionales.

## **SUMARIO**

En el presente informe se verá el grado de cumplimiento del Estudio Definitivo en el montaje de una línea de transmisión de 66 kV, ampliación de una subestación y construcción total de otra, ubicados en la provincia de Tacna, para ello, se analizó los principales cambios en el diseño inicial para su construcción, dentro de las principales variaciones están el trazo de ruta, sistema de puesta a tierra en la línea de transmisión y soluciones de ingeniería que el Estudio Definitivo no contemplaba. Así mismo se analizará el impacto en el cronograma y presupuesto del proyecto motivados por dichos cambios.

## ÍNDICE

PRÓLOGO .....	1
<b>CAPITULO I</b>	
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>2</b>
1.1. Antecedentes .....	2
1.2. Objetivo Principal .....	2
1.3. Objetivos Específicos .....	2
1.4. Alcances Contractuales del Proyecto .....	2
1.4.1. Ubicación .....	3
1.4.2. Descripción del Proyecto.....	3
1.4.3. Características del Proyecto .....	5
1.4.4. Cronograma Contractual de Ejecución.....	6
1.5. Evaluación del Problema.....	6
1.6. Limitaciones del Informe .....	6
1.7. Estructura del Informe .....	6
<b>CAPITULO II</b>	
<b>MARCO TEORICO.....</b>	<b>8</b>
2.1. Bases Teóricas .....	8
2.1.1. Estudio Definitivo .....	8
2.1.2. Conforme a obra .....	8
2.2. Definición de Términos.....	8
<b>CAPITULO III</b>	
<b>ANALISIS COMPARATIVO ENTRE EL ESTUDIO DEFINITIVO Y EL CONFORME A OBRA.....</b>	<b>10</b>
3.1. Ampliación de la Subestación Existente Los Héroes .....	10
3.2. L.T. 66 kV SS.EE. Los Héroes – SE Pucamarca .....	11
3.3. Nueva Subestación Pucamarca .....	12
<b>CAPITULO IV</b>	
<b>IMPACTO ECONOMICO Y VARIACIÓN EN EL CRONOGRAMA DE EJECUCION DEBIDO A LOS CAMBIOS EN LA INGENIERIA DE DETALLE.....</b>	<b>13</b>
4.1. Ampliación de la Subestación Existente Los Héroes.....	13

4.1.1. Impacto Económico.....	13
4.1.2. Impacto en el cronograma.....	13
4.2. L.T. 66 kV SS.EE. Los Héroes – SE Pucamarca.....	14
4.2.1. Impacto Económico.....	14
4.2.2. Impacto en el cronograma.....	15
4.3. Nueva Subestación Pucamarca .....	15
4.3.1. Impacto Económico.....	15
4.3.2. Impacto en el cronograma.....	16
4.4. Resumen de Impacto en el Presupuesto.....	16
4.5. Resumen de Impacto en el Cronograma.....	17
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>18</b>
<b>ANEXO A</b>	
DETALLE DE LA VARIACIÓN DEL PRESUPUESTO CORRESPONDIENTE A LA AMPLIACIÓN DE LA SUBESTACIÓN LOS HÉROES .....	20
<b>ANEXO B</b>	
DETALLE DE LA VARIACIÓN DEL PRESUPUESTO CORRESPONDIENTE A LA LINEA DE TRANSMISION ENTRE LAS SUBESTACIONES LOS HÉROES Y PUCAMARCA.....	25
<b>ANEXO C</b>	
DETALLE DE LA VARIACIÓN DEL PRESUPUESTO CORRESPONDIENTE A LA SUBESTACIÓN PUCAMARCA .....	31
<b>ANEXO D</b>	
DETALLE DEL CRONOGRAMA CONTRACTUAL Y REAL CORRESPONDIENTE A LA SUBESTACIÓN LOS HÉROES.....	39
<b>ANEXO E</b>	
DETALLE DEL CRONOGRAMA CONTRACTUAL Y REAL CORRESPONDIENTE A LA LINEA DE TRANSMISIÓN ENTRE LAS SUBESTACIONES LOS HÉROES Y PUCAMARCA.....	41
<b>ANEXO F</b>	
DETALLE DEL CRONOGRAMA CONTRACTUAL Y REAL CORRESPONDIENTE A LA SUBESTACIÓN PUCAMARCA .....	43
<b>ANEXO G</b>	
DETALLE DEL PRESUPUESTO GENERAL DEL PROYECTO.....	45
<b>ANEXO H</b>	
PLANOS DE LOS CAMBIOS EN EL DISEÑO .....	47
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>57</b>

## **PRÓLOGO**

El presente informe trata sobre la experiencia adquirida en campo en la construcción de un Sistema de Transmisión, que consta de una línea de transmisión, ampliación de una subestación (SS.EE. Los Héroes) y construcción total de otra (SS.EE. Pucamarca), el informe consta de cuatro Capítulos, el Capítulo I corresponde a la introducción, indicándose los objetivos, alcances, evaluación del problema y limitaciones del trabajo, el Capítulo II describe el marco teórico así como la definición de términos utilizados en el presente informe, el Capítulo III describe los cambios efectuados en las 3 secciones del proyecto, línea de transmisión, ampliación de la Subestación los Héroes y Subestación Pucamarca, el Capítulo IV muestra el impacto en el presupuesto y cronograma debido a los cambios en el Estudio Definitivo del proyecto, y finalmente las conclusiones y algunas recomendaciones para evitar estos cambios.

## **CAPITULO I INTRODUCCIÓN**

### **1.1. Antecedentes**

La construcción del Sistema de Transmisión, nace con la necesidad de proveer energía eléctrica a un campamento minero, propietario del Sistema de Transmisión, ubicado en Pucamarca, en la provincia de Tacna, para ello fue necesario la ampliación de la SS.EE. existente Los Héroes, montaje de una Línea Transmisión en 66kV y construcción total de la SS.EE. Pucamarca. El Estudio Definitivo, la supervisión y la ingeniería de detalle estuvo a cargo de una empresa contratista y el montaje de otra, ambas empresas a encargo del propietario del Sistema de Transmisión, debido a los cambios encontrados en el diseño contemplado en el Estudio Definitivo se tuvo un incremento de presupuesto y cronograma. El Sistema de Transmisión parte en la costa y termina en la sierra de Tacna, frontera con Chile, el análisis efectuado en los costos no contempla el suministro, pero sí, consumibles tales como cemento, fierro, pernos.

### **1.2. Objetivo Principal**

Analizar las causas de la variación entre el Estudio Definitivo y el ejecutado real en obra "As Built", en el montaje de una línea de transmisión y subestaciones de potencia, analizar los cambios y sugerir recomendaciones para el desarrollo de futuros Estudios Definitivos evitando de esta manera mayores costos y retrasos en el cronograma de ejecución.

### **1.3. Objetivos Específicos**

Analizar y evaluar los cambios efectuados en la SS.EE. Los Héroes tales como el reubicación de la bahía destinada para la línea de transmisión

Analizar y evaluar los cambios hechos en la Línea de Transmisión tales como el cambio de ruta y el rediseño de la puesta a tierra.

Analizar y evaluar los cambios hechos en la SS.EE Pucamarca tales como el cambio de diseño en la sala de control para el montaje del banco capacitivo, así como la omisión de partidas propuestas en el Estudio Definitivo.

### **1.4. Alcances Contractuales del Proyecto**

El presente informe se basa en el montaje de una línea de transmisión en 66 kV y subestaciones de potencia, ubicado en el departamento de Tacna, en el cual se revisarán

los principales detalles técnicos con respecto al Estudio Definitivo y el ejecutado en obra, con el objetivo de analizar los cambios más saltantes y su impacto en el presupuesto y cronograma.

#### 1.4.1. Ubicación

Ubicado entre los distritos de Alto del Alianza y Palca de la provincia de Tacna de la Región Tacna, mostrado en las Fig. 1.1. y Fig. 1.2.



Fig. 1.1. Ubicación en Perú

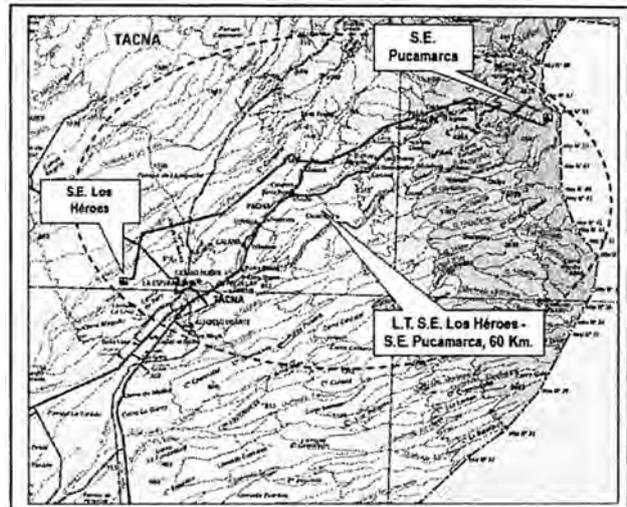


Fig. 1.2. Ubicación en Tacna

#### 1.4.2. Descripción del Proyecto

En el Estudio Definitivo del proyecto se contemplaba lo siguiente:

##### Ampliación de la Subestación Los Héroes

En la subestación existente Los Héroes, propiedad de REDESUR, y en un área de 21 x 16 m<sup>2</sup>, se efectuaron los siguientes trabajos:

Reubicación de los postes de la iluminación perimetral existentes.

Construcción de las bases y cimientos de concreto para equipos, construcción de canaletas para cables de control y fuerza.

Montaje del tablero de mando, control, medición, protección y automatización, al interior de la sala de control perteneciente a REDESUR.

Ampliación de una celda de línea en 66 kV, conformado por : Un (1) Seccionador de Barra y un (1) seccionador de línea, tres (3) transformadores de corriente, tres (3) transformador de tensión, un (1) interruptor de potencia y tres (3) pararrayos.

Ampliación de los pórticos conformada por una (1) columna de 11mts, una (1) viga de 8 mts. y una (1) columna de 7 mts.

Iluminación Exterior conformada por reflectores de 400 W ubicados en los pórticos.

Iluminación de emergencia mediante lámparas de 100 W y 125 Vcc.

Montaje de tomacorrientes monofásico y trifásico.

Ampliación de las Barras (500 mm<sup>2</sup> AAAC).

- Instalación de la red de tierra superficial.
- Integración de la celda de salida a SE Pucamarca (Mando, Control, Protección y medición) con el centro de control de REDESUR ubicado en la SE Socabaya

#### **L.T. 66 kV SS.EE. Los Héroes – SE Pucamarca**

- El electroducto de enlace entre las subestación existentes Los Héroes y la nueva subestación Pucamarca, se efectuó mediante una nueva línea de transmisión en 66 kV - 60 Hz de un circuito trifásico, de aproximadamente 65.4 Km, y dos cables de guarda que se instalaron para alturas mayores a 2500 msnm.
- La línea de transmisión presenta las siguientes características generales:
- Estructuras compuestas de postes de 60 y 90 pies de longitud (clase 3) y crucetas de madera tratada, con conductores de aleación de aluminio (AAAC) de 150 mm<sup>2</sup> de sección nominal y dos cables de guarda de acero galvanizado de 38 mm<sup>2</sup> de sección.
- Aisladores de cerámica o vidrio de 146 mm de paso, 255 mm de diámetro, 320 mm línea de fuga y 70 kN, en ensamble casquillo-ojo. Las cadenas de aisladores en suspensión conformadas por seis (6) aisladores y cadenas de aisladores en anclaje con siete (14) aisladores para todo el trazo de la línea de transmisión.
- Cimentación de relleno compactado con material propio y de préstamo, apoyados sobre solado de concreto simple.

#### **Nueva Subestación Pucamarca**

En la nueva subestación Pucamarca, en un área de 930.2 m<sup>2</sup>, se efectuaron los siguientes trabajos:

- Movimiento de tierras y explanación del área donde se construirá la subestación Pucamarca.
- Construcción sala de control y celdas de 14.2 x 8.2 m<sup>2</sup>.
- Construcción de las bases y cimientos de concreto armado para equipos y pórticos, construcción de canaletas para cables de control y fuerza.
- Construcción del camino de acceso a la subestación desde uno de los caminos rurales existentes.
- Malla de tierra profunda y superficial.
- Montaje de un (1) Transformador de potencia trifásico, de tres devanados, para instalación al exterior, sumergido en baño de aceite, con sistema de enfriamiento ONAN, con potencia 10 MVA y regulación automática bajo carga.
- Montaje del tablero de regulación de tensión del transformador de potencia.
- Montaje de los tableros de mando y control, Protección de Línea, Protección Transformador, Servicios Auxiliares 380/220 Vac - 125 Vcc, Cargador-Rectificador

380 Vac/125 Vcc.

- Montaje de una (1) celda de Línea Transformador en 66 kV, con un (1) interruptor de potencia, un (1) seccionador de línea, seis (6) pararrayos y tres (3) transformadores de tensión.
- Montaje de un (1) banco de baterías en 125 Vcc
- Montaje de un (1) transformador de servicios auxiliares 13.2±2x2.5%/0.38-0.22 kV – 50 kVA.
- Ocho (8) Celdas en 13.2 kV,
- Subestación elevadora 13.2/22.9 kV de 1500 kVA.
- Montaje de Pórticos de Llegada conformada por dos (2) columnas de 12.5 mts. y una (1) viga de 10 mts.
- Montaje de Dos (2) mástiles de 12.5mts.

#### 1.4.3. Características del Proyecto

##### Ampliación Subestación Los Héroes

- |                    |   |                  |
|--------------------|---|------------------|
| - Tensión nominal  | : | 66 kV            |
| - Celda en 66 kV   | : | Una              |
| - Pórtico y barras | : | Ampliación 66 kV |
| - Tableros         | : | 1                |

##### Línea de Transmisión 66 kV SS.EE. Los Héroes - SS.EE. Pucamarca

- |                               |   |   |
|-------------------------------|---|---|
| - Tensión nominal             | : | 66 kV   |
| - Tensión máxima de servicio  | : | 72.5 kV   |
| - Circuitos trifásicos        | : | Uno   |
| - Longitud                    | : | 65.4 Km   |
| - Conductor                   | : | 3xAAAC 150 mm <sup>2</sup>                                    |
| - Cable de Guarda             | : | 1xAoGo 38mm <sup>2</sup> (altura >2500 msnm)                  |
| - Zonas                       | : | A0: Menores a 2560 msnm<br>A1: Mayores a 2561 msnm            |
| - Mínima Cota                 | : | 710 m   |
| - Máxima Cota                 | : | 4330 m  |
| - N° de Estructuras de madera | : | 220   |
| - Vértices                    | : | 16  |
| - Aisladores                  | : | Vidrio o porcelana de 146x255 mm<br>Cadenas de 6 y 7 unidades |
| - Postes                      | : | Clase 3 Grupo D, 60 y 90 pies de altura                       |

### Nueva Subestación Pucamarca

- Tensión nominal	:	66 kV
- Celda Línea - Transformación	:	(1) Una
- Transformador de Potencia	:	66±10*1%/13.2/4.16 kV -10 MVA
- Pórtico de Salida	:	66 kV (nuevo)
- Tableros	:	6
- Celdas 13.2 kV	:	8

#### 1.4.4. Cronograma Contractual de Ejecución

El cronograma integral de ejecución según el Estudio Definitivo se puede apreciar en la Tabla N° 1.1.

**Tabla N° 1.1. Cronograma de Ejecución Contractual**

DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	DURACIÓN	COMIENZO	FIN
Ampliación SE Los Héroes	119 días	sáb 16/07/11	jue 01/12/11
Línea de Transmisión 66 Km - 2 frentes de trabajo	150 días	sáb 16/07/11	vie 06/01/12
Subestación Pucamarca	105 días	mar 26/07/11	jue 24/11/11

Luego del análisis veremos el cambio del cronograma debido a los cambios en el diseño inicial del proyecto. El plazo total para la ejecución de la obra hasta la energización contemplaba un plazo 174 días calendarios del 16 de julio del 2011 al 6 de enero del 2012.

#### 1.5. Evaluación del Problema

En el presente informe veremos el impacto de la variación del diseño de la ingeniería en el presupuesto y cronograma del proyecto. El cambio estos dos importantes puntos pueden ser críticos para el propietario del Sistema de Transmisión, los cuales le pueden llevar a generar pérdidas en su producción.

#### 1.6. Limitaciones del Informe

Cabe precisar que la posición asumida en el presente informe es de ejecutor así mismo aclarar que en el presente proyecto el responsable del Estudio Definitivo, la ingeniería de detalle y la supervisión fueron realizados por una misma empresa a cargo del propietario del Sistema de Transmisión, mientras que la ejecución estuvo a cargo de otra.

#### 1.7. Estructura del Informe

El informe se ha dividido por Capítulos de la siguiente manera:

Capítulo I: En este capítulo se hace una introducción al presente informe, indicándose los antecedentes, objetivos y limitaciones del trabajo.

Capítulo II: Describe el marco teórico y definiciones de términos, para un fácil entendimiento del informe.

Capítulo III: Describe los cambios efectuados en las 3 secciones del proyecto, línea de transmisión, ampliación de la Subestación los Héroes y Subestación Pucamarca.

Capítulo IV: Muestra el análisis cronológico y económico del proyecto debido a los cambios efectuados en el diseño del Estudio Definitivo.

Por último se detalla las conclusiones y recomendaciones, así mismo se muestra la bibliografía, que sirvió como referencia para el desarrollo del informe.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEORICO**

#### **2.1. Bases Teóricas**

##### **2.1.1. Estudio Definitivo**

El Estudio Definitivo contempla con precisión las características y componentes del Sistema de Transmisión. Para su elaboración se deben realizar estudios especializados que permitan definir: el dimensionamiento a detalle del proyecto, los costos unitarios por componentes, especificaciones técnicas para la ejecución de obras o equipamiento, medidas de mitigación de impactos ambientales negativos, necesidades de operación y mantenimiento, el plan de implementación, entre otros requerimientos considerados como necesarios de acuerdo a la topología del proyecto. En proyectos de infraestructura, a los estudios especializados se les denomina de ingeniería de detalle (topografía, estudios de suelos, etc.).

##### **2.1.2. Conforme a Obra**

El conforme a obra está compuesto de documentos que muestran el detalle de la obra terminada (Planos, presupuestos, especificaciones técnicas, etc.), las modificaciones sobre la Ingeniería de Detalle que se llevaron a cabo durante la ejecución del proyecto, construcción e instalación. Los Documentos As-Built se presentan con una revisión superior a la Ingeniería de Detalle, y comprende el conjunto de documentos en donde existan modificaciones al diseño especificado con anterioridad.

#### **2.2. Definición de Términos**

**Mayores metrados:** Un mayor metrado es más cantidad de una partida contractual. Como son partidas que existen, existen sus precios unitarios. Los adicionales de mayores metrados solo se generan en las obras contratadas a Precios Unitarios. Los adicionales de mayores metrados no existen en las obras contratadas a Suma Alzada.

**Menores metrados:** Un menor metrado es menos cantidad de una partida contractual. Como son partidas que existen, existen sus precios unitarios. En pocas palabras es el antónimo de mayores metrados.

**Adicionales por obras complementarias:** Una obra complementaria es una partida "nueva", es decir una partida que no existe en el Presupuesto contractual.

Como son partidas que no existen, no existen sus precios unitarios. Los adicionales por obras complementarias se generan en las obras contratadas Precios Unitarios y a Suma Alzada.

- **Llave en mano:** Cuando se trata de una obra en la cual el Contratista ejecutor se encarga de formular el expediente técnico (de ser el caso, no siempre), ejecutar la obra, suministrar el equipamiento y realizar el montaje; hasta la puesta en servicio de la obra (obra puesta en marcha). Pueden ser contratadas a Suma Alzada y a Precios Unitarios.
- **Cuaderno de obra:** Se abre con la fecha de entrega del terreno y es llenado por el Residente y Supervisor del Proyecto, este documento es importante ya que sirve para resolver cualquier conflicto ocurrido en obra, puede ser utilizado como instrumento legal, ya que está debidamente notariada.
- **Lookahead:** Metodología de producción aplicado por el contratista que da un panorama de 4 semanas con el cual podemos prevenir cualquier percance y eliminar restricciones, esto genera una construcción con mayor productividad, calidad y seguridad.

**CAPITULO III**  
**ANALISIS COMPARATIVO ENTRE EL ESTUDIO DEFINITIVO Y EL CONFORME A OBRA**

**3.1. Ampliación de la Subestación Existente Los Héroes**

En la Tabla N° 3.1. se muestran las principales diferencias hechas al estudio definitivo con respecto a la ejecución en obra, dichos cambios básicamente fueron hechas a solicitud de REDESUR con aprobación del propietario del Sistema de Transmisión.

**Tabla N° 3.1.** Comparativo entre el Estudio Definitivo y la ejecución en obra correspondiente la SS.EE. Los Héroes

<b>Estudio Definitivo</b>	<b>Ejecutado en Obra</b>
a) La bahía destinada a la línea de transmisión se encontraba ubicada al lado de la bahía para línea con dirección a Tacna (Entre los ejes D y E del Plano N° 001, ver ANEXO H)	a) La bahía se construyó al lado de la bahía para la línea con dirección a Tomasiri. (Entre los ejes A y B del Plano N° 001, ver ANEXO H)
b) Ampliación de los pórticos conformada por (1) columna de 11m, (1) viga de 8m y (1) columna de 7m y debía utilizarse el pórtico de barras existente.	b) Para el pórtico para la salida de la línea se montó (1) columna de 12m, (1) viga de 8m y para el pórtico de barras se montó (1) columna de 11m, (1) viga de 7.2 m y (1) columna de 11m.
c) Para los pórticos de barras y salida se consideró el montaje de 3 aisladores con sus respectivos accesorios.	c) Se instalaron 12 aisladores con sus accesorios.
d) Se debía utilizar el tablero de servicios auxiliares existente.	d) Se montó un nuevo tablero destinado a servicios auxiliares a solicitud de REDESUR.
e) Se debía utilizar la canalización existente para el conexionado del equipamiento de la bahía.	e) Producto de la reubicación fue necesario la construcción de nuevas canaletas.

Estudio Definitivo	Ejecutado en Obra
f) La instalación de cables de control y fuerza consideraban una partida global.	f) Fue necesario la utilización de más cables de control y fuerza para el conexionado y es por ello que se consideró el incremento de la partida global en 45%.
g) Existía una gruta la cual no obstaculizada el montaje de la bahía.	g) La gruta existente debía moverse para no tener dificultades en el montaje de la bahía.

### 3.2. L.T. 66 kV SS.EE. Los Héroes – SS.EE. Pucamarca

En la Tabla N° 3.2. se muestran los principales cambios observados correspondientes a la línea de transmisión.

**Tabla N° 3.2.** Comparativo entre el Estudio Definitivo y la ejecución en obra correspondiente la L.T. 66 kV SS.EE. Los Héroes – SS.EE. Pucamarca

Estudio Definitivo	Ejecutado en Obra
a) La línea debería tenderse a una longitud de 63.32 km.	a) La línea se tendió en una longitud de 65.32 km, dos kilómetros más que las indicadas en el ED.
b) Consideraba 16 vértices. El detalle se muestra en el Plano N° 002 del ANEXO H.	b) Fue necesario el uso de 31 vértices por el cambio de ruta. El detalle se muestra en el Plano N° 003 del ANEXO H.
c) Consideraba el transporte de 558 postes.	c) Se transportaron 564 postes. Así mismo se agregó la partida de transporte de postes en zona accidentada.
d) Se debían montar 226 armados.	d) Se efectuaron 230 armados.
e) Consideraba la instalación de 226 sistemas de puesta a tierra de tipo A11, B11, C1, C2, C6. El detalle se muestra en el Plano N° 004 del ANEXO H.	e) Se instaló 230 sistemas de puesta a tierra de tipo C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9, D5, D6, D7, D8, E. Los detalles se muestran en los Planos N° 005, N° 006, N° 007 del ANEXO H.
f) Consideraba el acceso carrozable para los terrenos plano, ondulado y accidentado.	f) Solo se construyó 24.3 km de accesos carrozables en las zonas planas y 1.5 km de accesos de herradura.

Estudio Definitivo	Ejecutado en Obra
g) No consideraba el relleno y compactado en la instalación de retenidas, dicha partida solo estaba considerada para postes.	g) Se agregó como adicional el relleno y compactado de retenidas en terreno normal, pedregoso y rocoso.
h) Solo consideraba de 318 bloquetas o dados de concreto.	h) Se instalaron 514 dados de concreto.

### 3.3. Nueva Subestación Pucamarca

En la Tabla N° 3.3. se muestran los principales cambios observados correspondientes a la Nueva SS.EE. Pucamarca, los cambios se pueden apreciar en los Planos N° 008 y N° 009 del ANEXO H.

**Tabla N° 3.3.** Comparativo entre el Estudio Definitivo y la ejecución en obra correspondiente la SS.EE. Pucamarca

Estudio Definitivo	Ejecutado en Obra
a) Contemplaba el montaje de una sola celda dedicada al banco de condensadores.	a) Se montó 3 celdas para el banco de condensadores, para ello se tuvo que ampliar el área destinada para los equipos.
b) Consideraba una partida global para la instalación de cables de control y fuerza.	b) Se incrementó en 10% la partida para el montaje de la instalación de cables de control y fuerza debido a las modificaciones en la disposición de la sala de control.
c) Contractualmente no se consideraba el montaje de pórticos y barras.	c) Se consideró como adicional estas partidas debido a la omisión en el Estudio Definitivo.
d) No se consideró la construcción de canaletas para el drenaje pluvial, tampoco carpintería metálica en la sala de control, tales como puertas ventanas, pintura, hubo omisión para el montaje de la base del transformador de potencia y patio de llaves.	d) Se consideró las partidas omitidas debido a la necesidad de su construcción.

**CAPITULO IV**  
**IMPACTO ECONOMICO Y VARIACIÓN EN EL CRONOGRAMA DE EJECUCION**  
**DEBIDO A LOS CAMBIOS EN LA INGENIERIA DE DETALLE**

De acuerdo al análisis mencionado en el capítulo anterior revisaremos el impacto económico y cronológico del proyecto, en la variación del presupuesto revisaremos los adicionales, mayores y menores metrados. Cabe señalar el análisis contempla costos directos y en el resumen para complementar se muestran los costos indirectos.

**4.1. Aplicación de la Subestación Existente Los Héroes**

Los montos indicados en el impacto económico están en dólares americanos.

**4.1.1. Impacto Económico**

Debido al cambio en la ubicación a la bahía de salida se tienen los siguientes mayores metrados y adicionales mostrados en la Tabla N° 4.1.

**Tabla N° 4.1.** Variación de costos en el montaje de la SS.EE. Los Héroes

<b>PARTIDA</b>	<b>CONTRACTUAL</b>	<b>REAL</b>	<b>VARIACION</b>
Montaje Electromecánico	49,102.23	109,100.40	<b>59,998.17</b>
Obras Civiles	73,242.29	93,636.20	<b>20,393.91</b>
<b>TOTAL</b>	<b>122,344.52</b>	<b>202,736.60</b>	<b>80,392.08</b>
<b>VARIACION %</b>	<b>100%</b>	<b>165.71%</b>	<b>65.71%</b>

En el costo directo tenemos un incremento del 65.71%, entre las principales partidas del cambio en el montaje están, la reubicación de los cables de control y fuerza y el montaje de un nuevo pórtico para la bahía, en la parte civil se consideró la eliminación del material excedente debido a la rotura de veredas, el transporte de más materiales, empleo de más concreto y construcción de más canaletas. El detalle es mostrado en el ANEXO A.

**4.1.2. Impacto en el Cronograma**

**Cronograma de ejecución contractual**

El cronograma contractual destinado a la Ampliación de la SS.EE. Los Héroes se muestra en la Tabla N° 4.2.

**Cronograma de ejecución real**

El cronograma de ejecución real correspondiente a la SS.EE. Los Héroes se muestra en la Tabla N° 4.3. El incremento en días correspondiente al montaje de la SS.EE. Los Héroes es de 173 días, equivalente al 136.97% del contractual, prácticamente más del

doble de días esto se debe en gran parte al nuevo diseño que demandaba la reubicación de la bahía de salida y los cortes necesarios para la ejecución. El detalle de las subpartidas se muestra en el ANEXO D. Cabe señalar que la supervisión no otorgó las facilidades para la aprobación de los adicionales, esta fue motivo para tener más retrasó en el cronograma.

**Tabla N° 4.2.** Cronograma de ejecución contractual correspondiente a la SS.EE. Los Héroes

NOMBRE DE TAREA	DURACIÓN	COMIENZO	FIN
<b>AMPLIACION SS.EE. LOS HÉROES</b>	<b>119 días</b>	<b>sáb 16/07/11</b>	<b>jue 01/12/11</b>
Obras Civiles	74 días	sáb 16/07/11	lun 10/10/11
Montaje Electromecánico	60 días	vie 23/09/11	jue 01/12/11

**Tabla N° 4.3.** Cronograma de ejecución real correspondiente a la SS.EE. Los Héroes

NOMBRE DE TAREA	DURACIÓN	COMIENZO	FIN
<b>AMPLIACIÓN SS.EE. LOS HÉROES</b>	<b>282 días</b>	<b>dom 17/07/11</b>	<b>sáb 09/06/12</b>
Obras Civiles	77 días	dom 17/07/11	vie 14/10/11
Montaje Electromecánico	269 días	mar 02/08/11	sáb 09/06/12

## 4.2. L.T. 66 kV SS.EE. Los Héroes – SE Pucamarca

### 4.2.1. Impacto Económico

Como se mencionó en el capítulo III el mayor impacto en esta sección se debe al diseño de las puestas a tierra. En la Tabla N° 4.4. podemos apreciar el detalle.

**Tabla N° 4.4.** Variación de costos en el montaje correspondiente a la línea de transmisión

PARTIDA	CONTRACTUAL	REAL	VARIACION
Montaje Electromecánico	599,772.14	571,448.92	-28,323.22
Obras Civiles	731,534.47	835,995.75	104,461.28
Sistema de Puesta a Tierra		984,830.10	984,830.10
Montaje de torre		40,481.45	40,481.45
<b>TOTAL</b>	<b>1,331,306.61</b>	<b>2,432,756.22</b>	<b>1,101,449.61</b>
<b>VARIACION %</b>	<b>100%</b>	<b>182.73%</b>	<b>82.73%</b>

Por la dificultad en las excavaciones para las retenidas se usó resina epóxica, así mismo se hizo voladuras con el respectivo permiso de la DISCAME, cuyo trámite fue engorroso y demandó mucho tiempo. Para facilitar el transporte de bloquetas para las retenidas y material para la puesta a tierra se contrató un helicóptero con lo cual se redujo el tiempo de ejecución pero el costo se incrementó. Otro impacto importante en el presupuesto se produjo por el montaje de una torre que fue necesaria para cumplir con el trazo de ruta.

En el costo directo tenemos un incremento del 82.73%, el detalle se muestra en el ANEXO B.

#### 4.2.2. Impacto en el Cronograma

##### Cronograma de ejecución contractual

En la Tabla N° 4.5. podemos apreciar el cronograma contractual correspondiente a la Línea de Transmisión.

**Tabla N° 4.5.** Cronograma de ejecución contractual correspondiente a la Línea de Transmisión

NOMBRE DE TAREA	DURACIÓN	COMIENZO	FIN
<b>LLTT LOS HÉROES - PUCAMARCA</b>	<b>150 días</b>	<b>sáb 16/07/11</b>	<b>vie 06/01/12</b>
Obras Civiles	95 días	sáb 16/07/11	jue 03/11/11
Montaje Electromecánico	80 días	jue 06/10/11	vie 06/01/12

##### Cronograma de ejecución real

En la tabla N° 4.6. se aprecia el cronograma real correspondiente a la Línea de Transmisión.

**Tabla N° 4.6.** Cronograma de ejecución real correspondiente a la línea de transmisión

NOMBRE DE TAREA	DURACIÓN	COMIENZO	FIN
<b>LLTT LOS HÉROES - PUCAMARCA</b>	<b>283 días</b>	<b>sáb 16/07/11</b>	<b>sáb 09/06/12</b>
<b>LLTT V0 - V8</b>	<b>283 días</b>	<b>sáb 16/07/11</b>	<b>sáb 09/06/12</b>
Obras Civiles	107 días	sáb 16/07/11	jue 17/11/11
Montaje Electromecánico	205 días	sáb 15/10/11	sáb 09/06/12
<b>LLTT V8 - V15</b>	<b>283 días</b>	<b>sáb 16/07/11</b>	<b>sáb 09/06/12</b>
Obras Civiles	189 días	sáb 16/07/11	mar 21/02/12
Montaje Electromecánico	145 días	sáb 24/12/11	sáb 09/06/12

El incremento en días en esta parte de la ejecución es de 133 días equivalente a un 88.67%, el motivo principal, como se mencionó anteriormente se debe al nuevo diseño planteado para el sistema de puesta a tierra. El detalle se muestra en el ANEXO E.

#### 4.3. Nueva Subestación Pucamarca

##### 4.3.1. Impacto Económico

Los cambios más saltantes son producto de los cambios efectuados en la sala de control. El detalle se muestra en la Tabla N° 4.7.

Entre las partidas con mayores cambios tenemos el montaje de celdas para el banco de capacitores, mayores costos por el transporte de materiales y como adicionales se consideró la construcción de canales de drenaje pluvial, tubería para cables de interconexión subterránea, en el costo directo tenemos un incremento del 31.81%. El detalle se muestra en el ANEXO C.

Entre las partidas con mayores cambios tenemos el montaje de celdas para el banco de capacitores, mayores costos por el transporte de materiales y como adicionales se

consideró la construcción de canales de drenaje pluvial, tubería para cables de interconexión subterránea, en el costo directo tenemos un incremento del 31.81%. El detalle se muestra en el ANEXO C.

**Tabla N° 4.7.** Variación de costos en el montaje correspondiente a la SS.EE. Pucamarca

PARTIDA	CONTRACTUAL	REAL	VARIACION
Montaje Electromecánico	192,048.10	274,396.98	82,348.88
Obras Civiles	133,048.61	154,102.71	21,054.10
<b>TOTAL</b>	<b>325,096.71</b>	<b>428,499.69</b>	<b>52,422.68</b>
<b>VARIACION %</b>	<b>100%</b>	<b>131.81%</b>	<b>31.81%</b>

#### 4.3.2. Impacto en el Cronograma

##### Cronograma de ejecución contractual

El cronograma de ejecución contractual correspondiente a la SS.EE. Pucamarca se muestra en la Tabla N° 4.8.

**Tabla N° 4.8.** Cronograma de ejecución contractual correspondiente a la SS.EE. Pucamarca

NOMBRE DE TAREA	DURACIÓN	COMIENZO	FIN
<b>NUEVA SS.EE. PUCAMARCA</b>	<b>105 días</b>	<b>mar 26/07/11</b>	<b>jue 24/11/11</b>
Obras Civiles	92 días	mar 26/07/11	mié 09/11/11
Montaje Electromecánico	64 días	lun 12/09/11	jue 24/11/11

##### Cronograma de ejecución real

El cronograma de ejecución real correspondiente a la SS.EE. Pucamarca se muestra en la Tabla N° 4.9.

**Tabla N° 4.9.** Cronograma de ejecución real correspondiente a la SS.EE. Pucamarca

NOMBRE DE TAREA	DURACIÓN	COMIENZO	FIN
<b>NUEVA SET PUCAMARCA</b>	<b>275 días</b>	<b>mar 26/07/11</b>	<b>sáb 09/06/12</b>
Obras Civiles	183 días	mar 26/07/11	jue 23/02/12
Montaje Electromecánico	254 días	vie 19/08/11	sáb 09/06/12

Como podemos apreciar el plazo de la ejecución se incrementó en 170 días, equivalente a un 161.91%, en gran medida esta variación se debe a dos causas principales, debido a la consistencia del terreno y al cambio del diseño. El detalle se muestra en el ANEXO F.

#### 4.4. Resumen de la Variación en el Presupuesto

El incremento en el presupuesto, considerando los costos indirectos y utilidad es del 81.43%, equivalente a \$ 2'040,827.01 (dólares americanos), lógicamente que la ampliación en el plazo de ejecución genera mayores gastos generales, básicamente en alimentación, hospedaje y movilización, los montos mostrados están expresados en dólares americanos y no incluyen IGV. El detalle es mostrado en la Tabla N° 4.10.

**Tabla N° 4.10.** Comparativo del presupuesto integral contractual y el ejecutado

ITEM	DESCRIPCION	TOTAL CONTRACTUAL	TOTAL CONFORME A OBRA	INCREMENTO PORCENTUAL
1.00	L.T. 66 KV LOS HÉROES - PUCAMARCA	1,331,306.61	1,407,444.67	82.73%
1.10	PAT L.T. 66 KV		984,830.10	
1.20	TORRE CALIENTE		40,481.45	
2.00	AMPLIACIÓN SS.EE. LOS HÉROES 66 KV	122,344.52	202,736.60	65.71%
3.00	SUBESTACIÓN PUCAMARCA 66 KV	325,096.71	428,499.69	31.81%
	<b>SUB TOTAL COSTO DIRECTO</b>	<b>1,778,747.84</b>	<b>3,063,992.51</b>	<b>72.26%</b>
	Aplicación DS-055-2010	122,614.70	122,614.70	0%
	Índice de Precios al Consumidor Lima - IPC	56,567.40	56,567.40	0%
	Gastos Generales	391,585.99	963,450.46	146.04%
	Utilidad	156,634.40	340,352.27	117.29%
	<b>TOTAL</b>	<b>2,506,150.33</b>	<b>4,546,977.34</b>	<b>181.43%</b>
	<b>VARIACION PORCENTUAL</b>	<b>100.00%</b>	<b>181.43%</b>	

#### 4.5. Resumen de la Variación en el Cronograma

Contractualmente se proyectó terminar la ejecución de la obra en 174 días calendarios, trabajando en un régimen de 6 días por semanas y 8 horas al día. En la ejecución real la obra tuvo una duración de 329 días calendarios, trabajando en el mismo régimen, esta diferencia nos arroja una variación del 89.08% en la ejecución. Cabe señalar que el plazo de en la ejecución real contemplan las pruebas, puesta en servicio y periodo experimental. El detalle se muestra en la Tabla N° 4.11.

**Tabla N° 4.11.** Comparativo del cronograma contractual y el ejecutado real

NOMBRE DE TAREA	DURACIÓN	COMIENZO	FIN
CONTRACTUAL - Ampliación SS.EE. Los Héroes	119 días	sáb 16/07/11	jue 01/12/11
REAL - Ampliación SS.EE. Los Héroes	282 días	dom 17/07/11	sáb 09/06/12
<b>VARIACIÓN</b>	<b>163 días</b>	<b>136.97%</b>	
CONTRACTUAL - LLTT Los Héroes - Pucamarca	150 días	sáb 16/07/11	vie 06/01/12
REAL - LLTT Los Héroes - Pucamarca	283 días	sáb 16/07/11	sáb 09/06/12
<b>VARIACIÓN</b>	<b>133 días</b>	<b>88.67%</b>	
CONTRACTUAL - Nueva SET Pucamarca	105 días	mar 26/07/11	jue 24/11/11
REAL - Nueva SS.EE. Pucamarca	275 días	mar 26/07/11	sáb 09/06/12
<b>VARIACIÓN</b>	<b>163 días</b>	<b>161.90%</b>	

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **CONCLUSIONES**

1. La medición de la resistividad en cada estructura de la línea de transmisión es variable de acuerdo a la zona, clima y temporada en la cual se efectúan las mediciones. El cambio de ruta de la línea se produce debido a que en la etapa de excavación para retenidas y estructuras se encontraron restos arqueológicos protegidos por el INC.
2. El cambio de ubicación de la bahía de la línea de transmisión en la SS.EE. demandó la evaluación de nuevos cálculos mecánicos y rediseñar la ampliación de la subestación. El área destinada para el banco de condensadores en la SS.EE. Pucamarca se cambió a solicitud del proveedor del equipo con aprobación del cliente, debido que el área inicial no tenía la capacidad de albergar todo el equipamiento.
3. El presupuesto contractual se incrementó en 81.43%, de esta variación el incremento más importante se debe al cambio en el diseño de la puesta a tierra y el reconocimiento de gastos generales por la ampliación de plazos. La ejecución del proyecto duró 329 días, 155 días más respecto al cronograma contractual, esta variación equivale a un 89.08%, en gran medida debido a las dificultades en el transporte materiales, el cambio en el diseños de la bahía en la SS.EE. Los Héroes y las dificultades en las excavaciones.

### **RECOMENDACIONES**

1. Es recomendable contar con accesos carrozables para facilitar el transporte de personal, materiales y equipos.
2. Es fundamental el uso de Cuaderno de Obra, en el podemos indicar todos los incidentes ocurridos en obra y resultó importante en el sustento para el reclamo de adicionales y reconocimiento de mayores gastos generales.
3. El Estudio Definitivo debe tener la mayor cantidad de consideraciones posibles, esto evitará tener mayores cambios en el diseño y ejecución en la fase del replanteo.
4. En la etapa de licitación, los participantes deben presentar la mayor cantidad de observaciones en la fase de consultas, esto es necesario para considerar todos los recursos y equipos necesarios para la ejecución

5. La logística de materiales es un aspecto muy importante para ello es necesario agilizar el proceso logístico, una herramienta eficaz es el uso del Lookahead.

**ANEXO A: DETALLE DE LA VARIACIÓN DEL PRESUPUESTO  
CORRESPONDIENTE A LA AMPLIACIÓN DE LA SUBESTACIÓN  
LOS HÉROES**

**MONTAJE ELECTROMECHANICO**

PARTIDA	UND	METRADO	PU (\$)	COSTO (\$)
<b>MAYORES METRADOS</b>				<b>13,782.06</b>
Tablero de protección línea de 66 kv	Und	1.00	2,283.06	2,283.06
Una (1) columna de 12 m y una (1) viga de 8 m para pórtico salida 66 kv	Glb.	1.50	4,964.33	7,446.49
Cadena de aisladores de anclaje, incluye accesorios	Und	9.00	107.56	968.08
Cables de control y fuerza	Glb.	0.45	6,854.29	3,084.43
<b>ADICIONALES</b>				<b>6,611.85</b>
Conexión con cables de al. Entre equipos en patio de llaves 66kv	Glb.	1.00	380.92	380.92
Soporte metálico de pararrayos	Und	3.00	209.83	629.49
Soporte metálico de transformador de tensión	Und	3.00	209.83	629.49
Soporte metálico de seccionador de línea	Glb.	1.00	418.95	418.95
Soporte metálico de seccionador de barra	Glb.	1.00	418.95	418.95
Soporte metálico de transformador de corriente.	Und	3.00	209.83	629.49
Tablero de servicios auxiliares 380/220 Vac, 125 Vcc, 48vcc	Und	1.00	1,325.28	1,325.28
Adecuación de soporte metálico para tableros	Und	3.00	317.59	952.78
Tomacorriente monofásico y trifásico con punto a tierra	Und	1.00	21.89	21.89
Reubicación de postes de alumbrado	Und	3.00	302.30	906.90
Desmontaje de soporte de antena de comunicaciones	Glb.	1.00	297.71	297.71
<b>TOTAL</b>				<b>20,393.91</b>

**OBRAS CIVILES**

PARTIDA	UND	METRADO	PU (\$)	COSTO (\$)
<b>MENORES METRADOS</b>				<b>-10,670.59</b>
Caseta adicional p/supervision	m2	-16.00	178.21	-2,851.42
Relleno compactado con material propio	m3	-94.41	24.90	-2,351.05
<u>Bases y pedestales 66 kV</u>				
Concreto f'c= 210 kg/cm2 en bases y pedestales	m3	-3.59	158.37	-568.55
Encofrado y desencofrado para pedestales	m2	-8.76	12.86	-112.66
<u>Canaletas</u>				
Concreto f'c=210 kg/cm2 en canaletas	m3	-8.52	158.37	-1,349.31
Encofrado y desencofrado normal en canaletas	m2	-39.27	12.86	-505.04
Acero fy=4200 kg/cm2 grado 60 en canaletas	Kg	-169.83	3.05	-517.88
<u>Pisos y pavimentos</u>				
Afirmado de grava 4" para patio de llaves	m2	-20.00	7.46	-149.23
Piso de concretoE=4" f'c=140 kg/cm2 semi pulido	m2	-112.00	13.38	-1,499.05
<u>Carpintería metálica</u>				
Bandeja portacable 02 soportes, platina y F°G° Ø1/2"	Und	-14.00	33.57	-469.94

PARTIDA	UND	METRADO	PU (\$)	COSTO (\$)
Bandeja portacable 03 soportes, platina y F°G° Ø1/2"	Und	-2.00	45.01	-90.02
<u>Varios</u>				
Tubería diámetro 6" pvc sap	m	-11.00	18.77	-206.44
<b>MAYORES METRADOS</b>				<b>11,341.45</b>
<u>Obras preliminares</u>				
Trazo, nivelación y replanteo preliminar	m2	137.85	0.84	115.41
Transporte de materiales y suministros	Est	1.30	4,659.87	6,057.83
<u>Movimiento de tierra</u>				
Excavación en terreno normal	m3	36.52	27.40	1,000.66
Relleno compactado manual con tierra vegetal cernida	m3	14.72	28.98	426.55
Eliminación de material excedente (carguio) R= 300 m3/día	m3	153.92	23.38	3,598.02
<u>Concreto simple</u>				
Solados concreto f'c=100 kg/cm2	m2	9.29	6.68	62.08
<u>Bases y pedestales 66 kV</u>				
Acero fy=4200 kg/cm2 grado 60 p/pedestal	Kg	26.53	3.05	80.90
<b>ADICIONALES</b>				<b>59,327.31</b>
<u>Acarreo de grava</u>				
Retiro de grava, d=30m	m2	548.65	3.33	1,824.96
<u>Demolición de pavimento rígido</u>				
Demolición de concreto	m3	23.64	70.54	1,667.75
Corte de concreto	m	25.03	29.80	746.13
Acarreo de material, d=40m	m3	23.64	14.16	334.82
Eliminación de material excedente	m3	29.55	23.38	691.03
<u>Construcción de pavimento rígido nuevo</u>				
Excavación en terreno compacto	m3	39.92	27.40	1,093.69
Conformación de sub rasante	m2	229.20	6.52	1,493.81
Base granular	m2	229.20	16.47	3,774.21
Concreto f'c = 210 kg/cm2	m3	45.84	158.37	7,259.73
Encofrado y desencofrado normal en losa	m2	43.10	12.86	554.27
Junta de dilatación, e=1"	m	138.52	27.82	3,853.34
<u>Colocación de de grava en patio de llaves</u>				
Colocación de grava en patio de llaves	m3	326.83	3.77	1,231.03
<u>Canaleta C3 y C3a</u>				
Panel de madera	Panel	27.00	65.39	1,765.62
Trazo y replanteo	m2	85.98	0.84	71.98
Solado, f'c = 100 kg/cm2	m2	85.98	6.66	572.84
Concreto f'c = 210 kg/cm2	m3	30.34	158.37	4,805.34
Encofrado y desencofrado normal en canaleta	m2	154.47	12.86	1,986.37
Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2	Kg	1,061.41	3.05	3,240.18
<u>Tapas de canaletas</u>				

PARTIDA	UND	METRADO	PU (\$)	COSTO (\$)
Concreto f'c = 210 kg/cm2	m3	7.51	158.37	1,189.20
Encofrado y desencofrado de tapa de canaleta	m2	140.71	12.86	1,809.35
Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2	Kg	596.29	3.05	1,820.30
Colocación de tapas prefabricadas	Und	397.00	0.54	214.38
<u>Reubicación de farolas</u>				
Demolición de concreto	m3	0.70	70.54	49.37
Excavación en terreno normal para farolas	m3	6.26	27.40	171.51
Solado, f'c = 100 kg/cm2	m2	1.27	6.88	8.72
Concreto f'c = 210 kg/cm2	m3	0.60	158.37	95.79
Encofrado y desencofrado de pedestales	m2	2.88	12.86	37.03
Acero de refuerzo, fy = 4200 kg/cm2	Kg	38.97	3.05	118.86
<u>Reubicación de gruta</u>				
Demolición de gruta(muros de ladrillo kk)	m3	1.20	3.12	3.75
Excavación en terreno normal para gruta	m3	0.50	23.38	11.57
Solado, f'c = 100 kg/cm2	m2	1.80	6.68	12.02
Concreto f'c = 210 kg/cm2	m3	0.45	158.37	71.27
Asentado de ladrillo de sogá	m2	4.48	35.57	159.34
Eliminación de material excedente	m3	1.50	23.38	35.12
<u>Instalación de ángulos en canaleta c3a</u>				
Instalación de ángulos de 3"x3"x1/8" en muros y tapas	m	112.48	62.02	6,976.52
<u>Relleno con material de préstamo en base de equipos</u>				
Relleno compactado con material de préstamo	m3	67.36	13.40	902.62
<u>Instalación de soportes para cables de control de cuatro niveles</u>				
Instalación de soporte de cuatro brazos	Und	154.00	42.98	6,618.93
<u>Desmontaje de antena</u>				
Apuntalamiento de tubería revestida con concreto	Und	1.00	20.98	20.98
Instalación de poste de madera eucalipto	Und	1.00	32.51	32.51
<u>Reubicación de buzones para cables de energía de farolas existentes</u>				
Demolición de buzones existentes(muro de ladrillo kk)	m3	0.90	16.53	14.92
Excavación en terreno normal para buzones	m3	0.43	27.40	11.84
Solado f'c = 100 kg/cm2	m2	0.64	6.68	4.27
Concreto f'c = 210 kg/cm2	m3	0.44	158.37	69.68
Encofrado y desencofrado para buzón	m2	3.60	12.86	46.33
Acero en zapata y muro	Kg	13.79	3.05	42.10
Suministro e instalación de angulo de 3"x3"x3/16"	m	2.20	60.37	132.81
<u>Reubicación de caja de registro de desagüe</u>				
Demolición de caja de registro existente	m3	0.30	3.12	0.92
Excavación en terreno normal para caja de registro	m3	0.45	27.40	12.42
Solado en caja de registro	m2	0.49	6.68	3.27

<b>PARTIDA</b>	<b>UND</b>	<b>METRADO</b>	<b>PU (\$)</b>	<b>COSTO (\$)</b>
Concreto f'c = 210 kg/cm2	m3	0.30	158.37	46.80
Encofrado y desencofrado en caja de registro	m2	3.12	12.86	40.12
Suministro e instalación de tubería pvc sal 4"	m	2.23	7.36	16.37
<u>Colocación de tubería pvc de 1"</u>				
Tubería para cable de puesta a tierra	m	27.60	3.31	91.37
<u>Colocación de ns grout en base de equipos y pórticos</u>				
Colocación de ns grout	m2	11.88	120.05	1,426.19
Encofrado y desencofrado	m2	3.24	12.86	41.66
<b>TOTAL</b>				<b>59,998.17</b>

**ANEXO B: DETALLE DE LA VARIACIÓN DEL PRESUPUESTO  
CORRESPONDIENTE A LA LINEA DE TRANSMISION ENTRE LAS  
SUBESTACIONES LOS HÉROES Y PUCAMARCA**

**MONTAJE ELECTROMECHANICO**

<b>PARTIDA</b>	<b>UND</b>	<b>METRADO</b>	<b>PU (\$)</b>	<b>COSTO (\$)</b>
<b>MENORES METRADOS</b>				<b>-189,034.16</b>
<u>Transporte de postes y crucetas desde almacén al lugar de montaje</u>				
Postes en zona ondulada (incluye cruceta y/o ménsula)	Und	-286.00	140.49	-40,178.87
<u>Instalación de estructuras con postes de madera tratada</u>				
Estructura tipo HS2	Und	-3.00	382.66	-1,147.97
Estructura tipo T1	Und	-1.00	563.30	-563.30
Estructura tipo A22	Und	-11.00	579.47	-6,374.12
Estructura tipo T2	Und	-1.00	579.47	-579.47
Estructura tipo A13	Und	-2.00	560.54	-1,121.07
Estructura tipo A23-90	Und	-1.00	598.70	-598.70
<u>Instalación de cadenas de aisladores</u>				
Anclaje	Und	-6.00	45.50	-272.99
<u>Instalación de accesorios de conductor y cable de guarda</u>				
Amortiguadores para cable de guarda Ao. Gdo., sección 38,31 mm <sup>2</sup>	Und	-108.00	13.28	-1,434.45
Conjunto de suspensión para cable de guarda de Ao. Go	Und	-142.00	7.20	-1,022.69
Anclaje para cable de guarda de Ao.Go. - Angular	Und	-2.00	20.81	-41.62
Anclaje para cable de guarda de Ao.Go. - Retención intermedia	Und	-42.00	29.10	-1,222.34
<u>Retenidas</u>				
Instalación de retenidas en zona plana	Und	-278.00	80.58	-22,402.27
Instalación de retenidas en zona ondulada	Und	-958.00	100.38	-96,164.11
<u>Puesta a tierra</u>				
Puesta a tierra tipo "A11"	Und	-4.00	91.14	-364.56
Puesta a tierra tipo "B11"	Und	-8.00	110.70	-885.62
Puesta a tierra tipo "C1"	Und	-172.00	55.80	-9,598.13
Puesta a tierra tipo "C2"	Und	-22.00	71.69	-1,577.26
Puesta a tierra tipo "C6"	Und	-20.00	174.23	-3,484.62
<b>MAYORES METRADOS</b>				<b>32,260.92</b>
<u>Obras preliminares</u>				
Replanteo topográfico del tramo de línea aérea	km	0.10	509.64	50.96
<u>Transporte de postes y crucetas desde almacén al lugar de montaje</u>				
Postes en zona plana (incluye cruceta y/o ménsula)	Und	54.00	102.13	5,514.90
<u>Instalación de estructuras con postes de madera</u>				

PARTIDA	UND	METRADO	PU (\$)	COSTO (\$)
<u>tratada</u>				
Estructura tipo HS1	Und	3.00	360.31	1,080.93
Estructura tipo A21	Und	1.00	555.01	555.01
Estructura tipo A23	Und	14.00	591.79	8,285.03
Estructura tipo A95-90	Und	1.00	567.04	567.04
<u>Instalación de conductor</u>				
Instalación de conductor de tipo AAAC sección 150 mm <sup>2</sup>	Km	7.34	1,282.78	9,415.61
<u>Instalación de cable de guarda</u>				
Cable de guarda de acero galvanizado de 38,31 mm <sup>2</sup> sección	Km	4.86	700.16	3,402.77
<u>Instalación de cadenas de aisladores</u>				
Suspensión y Orientación	Und	3.00	31.47	94.42
<u>Instalación de accesorios de conductor y cable de guarda</u>				
Anclaje para cable de guarda de Ao.Go. - Retención intermedia	Und	104.00	29.10	3,026.74
<u>Puesta a tierra</u>				
Medición de resistividad y de resistencia por estructura	Und	5.00	53.50	267.51
<b>ADICIONALES</b>				<b>310,427.72</b>
Transporte de postes en zona accidentada tipo I (incluye cruceta y/o ménsula)	Und	238.00	878.44	209,068.93
Instalación de Estructura tipo S1	Und	3.00	175.18	525.54
Instalación de Estructura tipo A11-90	Und	1.00	560.54	560.54
Bloque de protección contra impacto	Und	6.00	188.53	1,131.18
Instalación de varilla de anclaje con resina epóxica	Und	24.00	161.73	3,881.52
Canaleta de protección de retenida	Und	52.00	46.02	2,392.93
Instalación de baliza	Und	14.00	100.89	1,412.52
Señalización de postes	Jgo	231.00	38.70	8,938.75
Instalación de retenidas ri en zona plana	Und	185.00	24.80	4,588.80
Instalación de retenidas ri en zona ondulada	Und	105.00	35.28	3,704.76
Instalación de retenidas ri en zona accidentada	Und	328.00	66.72	21,884.37
Instalación de antiescalamiento de torre E+3	Und	1.00	794.61	794.61
Bloque de protección contra impacto a lo largo de LT	Und	6.00	391.68	2,350.07
<b>MONTAJE DE TORRE E-3</b>				
Montaje mecánico	Glb	1.00	10,769.73	10,769.73
<b>SISTEMA DE PUESTA A TIERRA</b>				
<u>Puestas a tierra tipo C</u>				
Sistema de puesta a tierra tipo "C1", Resistividad $\leq$ 2600 $\Omega$ x m	Sistema	21.00	58.43	1,227.08
Sistema de puesta a tierra tipo "C2", Resistividad $\leq$ 2600 $\Omega$ x m	Sistema	11.00	65.70	722.71

PARTIDA	UND	METRADO	PU (\$)	COSTO (\$)
Sistema de puesta a tierra tipo "C3", Resistividad $\leq 2600 \Omega \times m$	Sistema	4.00	68.38	273.51
Sistema de puesta a tierra tipo "C4", Resistividad $\leq 2600 \Omega \times m$	Sistema	8.00	71.35	570.83
Sistema de puesta a tierra tipo "C5", Resistividad $\leq 2600 \Omega \times m$	Sistema	10.00	74.68	746.78
Sistema de puesta a tierra tipo "C6", Resistividad $\leq 2600 \Omega \times m$	Sistema	12.00	78.42	941.02
Sistema de puesta a tierra tipo "C7", Resistividad $\leq 2600 \Omega \times m$	Sistema	13.00	82.66	1,074.55
Sistema de puesta a tierra tipo "C8", Resistividad $\leq 2600 \Omega \times m$	Sistema	4.00	87.50	350.01
Sistema de puesta a tierra tipo "C9", Resistividad $\leq 2600 \Omega \times m$	Sistema	15.00	93.09	1,396.38
<u>Puestas a tierra D</u>				
Sistema de puesta a tierra tipo "D5", Resistividad $\leq 20,000 \Omega \times m$	Sistema	18.00	243.23	4,378.07
Sistema de puesta a tierra tipo "D6", Resistividad $\leq 20,000 \Omega \times m$	Sistema	19.00	266.53	5,064.15
Sistema de puesta a tierra tipo "D7", Resistividad $\leq 20,000 \Omega \times m$	Sistema	12.00	276.02	3,312.22
Sistema de puesta a tierra tipo "D8", Resistividad $\leq 20,000 \Omega \times m$	Sistema	24.00	287.61	6,902.64
<u>Puestas a tierra tipo E</u>				
Sistema de PAT tipo "E", Resistividad $< 5,000 \Omega \times m$ y altura $< 3000$ msnm	Sistema	24.00	321.74	7,721.71
<u>Suministro</u>				
Conector de doble vía	Und	973.00	1.91	1,854.17
Molde de soldadura	Und	14.00	134.83	1,887.64
<b>TOTAL</b>				<b>153,654.48</b>

## OBRAS CIVILES

PARTIDA	UND	METRADO	PU (\$)	COSTO (\$)
<b>MENORES METRADOS</b>				<b>-260,400.50</b>
<u>Caminos de acceso</u>				
En terreno plano	km	-8.00	2,527.59	-20,220.71
En terreno ondulado	km	-15.00	3,168.51	-47,527.68
En terreno accidentado suelo	km	-5.00	3,621.05	-18,105.26
En terreno accidentado roca	km	-5.00	5,875.93	-29,379.66
<u>Excavaciones</u>				
Excavación suelo rocoso	m3	-81.37	91.26	-7,425.44

<b>PARTIDA</b>	<b>UND</b>	<b>METRADO</b>	<b>PU (\$)</b>	<b>COSTO (\$)</b>
Excavación PAT suelo normal	m3	-264.60	22.95	-6,072.10
Excavación PAT suelo rocoso	m3	-808.50	91.79	-74,214.54
<u>Relleno compactado</u>				
Relleno fundaciones suelo préstamo	m3	-86.39	37.91	-3,275.47
Relleno fundaciones bolonería	m3	-258.02	46.33	-11,953.92
Relleno PAT suelo propio	m3	-284.67	26.67	-7,591.15
Relleno PAT suelo importado/vegetal	m3	-195.60	37.86	-7,405.90
Relleno PAT de préstamo	m3	-592.83	45.93	-27,228.67
<b>MAYORES METRADOS</b>				<b>35,591.30</b>
<u>Excavaciones</u>				
Excavación suelo normal	m3	23.22	100.72	2,338.42
<u>Relleno compactado</u>				
Relleno fundaciones suelo propio	m3	26.98	411.20	11,092.67
<u>Concreto</u>				
Solados de concreto	m2	95.25	0.08	7.62
Encofrado	m2	36.20	2.59	93.75
Dados de concreto para retenidas	Und	79.92	276.00	22,058.84
<b>ADICIONALES</b>				<b>1,189,253.65</b>
Limpieza y mejoramiento de acceso carrozable	km	24.30	995.45	24,191.18
Camino de herradura (Ancho=0.8 m)	km	15.50	1,026.19	15,903.16
Mampostería de piedra	m3	125.79	184.79	23,244.34
Excavación de hoyos para retenidas en terreno Normal	m3	1,205.43	23.22	27,986.49
Excavación de hoyos para retenidas en terreno pedregoso	m3		91.26	
Excavación de hoyos para retenidas en terreno rocoso	m3	946.08	91.26	86,334.79
Relleno y compactación de retenida	m3	2,017.22	26.98	54,417.32
<b>MONTAJE DE TORRE E-3</b>				
Obras civiles	Glb	1.00	10,769.73	10,769.73
<b>SISTEMA DE PUESTA A TIERRA</b>				
<u>Excavaciones</u>				
Excavación PAT suelo normal	m3	2,016.24	22.95	46,269.21
Excavación PAT suelo rocoso	m3	139.98	91.79	12,849.12
<u>Relleno compactado</u>				
Relleno PAT suelo propio	m3	1,343.90	26.67	35,837.09
Relleno PAT suelo importado/vegetal	m3	381.15	37.86	14,431.35
Relleno PAT de préstamo (Mortero)	m3	370.80	45.93	17,031.05
<u>Transporte de materiales</u>				
Transporte manual de materiales para sistema de puesta a tierra en zona plana	Tn	1,207.83	94.29	113,890.29
Transporte manual de materiales para sistema de puesta a tierra en zona ondulada	Tn	545.23	207.19	112,964.78

<b>PARTIDA</b>	<b>UND</b>	<b>METRADO</b>	<b>PU (\$)</b>	<b>COSTO (\$)</b>
Transporte de almacén a pie de carretera	Tn	1,361.45	72.24	98,348.58
<u>Transporte con helicóptero</u>				
Movilización y desmovilización	glb	1.00	40,000.00	40,000.00
Hora de vuelo	hrs	137.65	2,250.00	309,712.50
Combustible c/transporte	Und	2.00	7,500.00	15,000.00
Almacenamiento combustible	mes	1.50	9,000.00	13,500.00
Movilización y desmovilización del personal	glb	2.00	7,100.00	14,200.00
<u>Suministro</u>				
Cemento tipo i	bls	8,750.00	10.30	90,121.72
Arena	m3	623.76	11.24	7,008.49
Agua	m3	124.60	3.05	380.38
Tierra de cultivo	m3	456.78	10.64	4,862.08
<b>TOTAL</b>				<b>964,444.45</b>

**ANEXO C: DETALLE DE LA VARIACIÓN DEL PRESUPUESTO  
CORRESPONDIENTE A LA SUBESTACIÓN PUCAMARCA**

**MONTAJE ELECTROMECHANICO**

PARTIDA	UND	METRADO	PU (\$)	COSTO (\$)
<b>MENORES METRADOS</b>				<b>-4,046.07</b>
Terminal exterior autocontraible para cable XLPE	Glb.	-1.00	1,182.70	-1,182.70
Cable de potencia unipolar N2XSY de 35 mm <sup>2</sup> , 12/20 kV	Glb.	-1.00	1,543.03	-1,543.03
Terminal autocontraible unipolar tipo exterior N2XSY 12/20 kV de 35mm <sup>2</sup>	Kit	-2.00	660.17	-1,320.34
<b>MAYORES METRADOS</b>				<b>9,118.57</b>
Celda para Banco Capacitores	Und.	2.00	1,569.34	3,138.69
Mastil 66 kV de 2 columnas de 12.5 m.	Glb.	0.50	4,504.96	2,252.48
Conductor para barras, accesorios, conectores y cable de guarda	Glb.	0.14	944.47	132.23
Cables de Control y Fuerza	Glb.	0.10	7,317.95	731.80
Cable de potencia unipolar N2XSY de 50 mm <sup>2</sup> , 18/30 kV	Glb.	1.00	1,543.03	1,543.03
Terminal autocontraible unipolar tipo exterior N2XSY 18/30 kV de 50mm <sup>2</sup>	Kit	2.00	660.17	1,320.34
<b>ADICIONALES</b>				<b>15,981.60</b>
Soporte metálico para Seccionador de Linea (Adicional)	Glb.	1.00	418.95	418.95
Soporte metálico para transformador de tensión (Adicional)	Und	3.00	209.83	629.49
Soporte metálico para pararrayos (Adicional)	Und	3.00	209.83	629.49
Soporte metálico para banco automático de condensadores (Adicional)	Und	4.00	418.95	1,675.80
Tomacorriente monofásico y trifásico con punto a tierra (Adicional)	Und	1.00	21.89	21.89
Cable N2XSY de 240 mm <sup>2</sup> , 12/20 kV para celda de llegada	m	76.00	11.14	846.64
Cable N2XSY de 120 mm <sup>2</sup> , 12/20 kV para banco de capacitores	m	114.00	7.61	867.54
Terminal auto contraible unipolar tipo exterior N2XSY 18/30 kV de 240mm <sup>2</sup>	kit	4.00	411.48	1,645.90
Terminal auto contraible unipolar tipo exterior N2XSY 18/30 kV de 120mm <sup>2</sup>	kit	4.00	411.48	1,645.90
Servicio de pruebas end to end LT 66 kV SE Los Héroes - SE Pucamarca	Glb.	1.00	7,600.00	7,600.00
<b>TOTAL</b>				<b>21,054.10</b>

**OBRAS CIVILES**

PARTIDA	UND	METRADO	PU (\$)	COSTO (\$)
<b>MENORES METRADOS</b>				<b>-72,593.26</b>
<u>Obras provisionales</u>				
Caseta adicional p/supervision	m2	-17.50	178.21	-3,118.74
<u>Movimiento de tierras</u>				
Excavacion para bases de equipos y otros en terreno rocoso	m3	-198.32	69.48	-13,779.53
Excavación en roca para puesta a tierra	m3	-93.64	69.48	-6,506.45
Relleno compactado manual- con material de préstamo	m3	-328.75	26.62	-8,750.08
Relleno compactado manual con tierra vegetal cernida	m3	-73.85	28.98	-2,140.53
Eliminación de material excedente	m3	-394.81	23.38	-9,228.92
<u>Concreto simple</u>				
Concreto 1:10 +30% p.g. para cimientos corridos	m3	-6.38	101.70	-648.51
Concreto en falso piso mezcla 1:8 cemento-hormigón e=4"	m2	-46.71	8.66	-404.44
<u>Vigas</u>				
Concreto f'c=210 kg/cm2 en vigas y dinteles	m3	-0.41	158.37	-64.54
Encofrado y desencofrado normal en vigas	m2	-66.80	12.86	-859.09
Acero fy=4200 kg/cm2 grado 60 para vigas	kg	-2,292.78	3.05	-6,991.65
<u>Losas aligeradas</u>				
Encofrado y desencofrado normal en losas aligeradas	m2	-9.71	12.86	-124.89
<u>Canaletas</u>				
Encofrado y desencofrado normal en canaletas	m2	-19.43	12.86	-249.88
<u>Sardineles</u>				
Encofrado de sardineles	m2	-0.63	12.86	-8.04
<u>Tanque séptico y pozo de percolación</u>				
Concreto f'c=175 kg/cm2 para muros reforzados.	m3	-4.20	141.82	-595.64
Encofrado de tanque	m2	-20.15	12.86	-259.14
Acero fy=4200 kg/cm2 grado 60 tanque	kg	-121.00	3.05	-368.98
<u>Pisos y pavimentos</u>				
Piso de concreto E=2" f'c=140 kg/cm2 X 4 cm pulido 1:2 X 1 cm	m2	-56.73	13.46	-763.82
Afirmado de grava 4" para patio de llaves	m2	-308.00	7.46	-2,298.13
Afirmado para accesos e=20 cm	m2	-366.70	37.80	-13,861.15
<u>Pintura</u>				
Pintura anticorrosiva para carpintería metálica	m2	-147.14	5.36	-789.28
<u>Vidrios, cristales y similares</u>				
Vidrios semidobles incoloro crudo	p2	-27.14	3.63	-98.64
<u>Carpintería de madera</u>				
Ventana de madera con hojas de cedro	m2	-11.98	21.28	-254.90
<u>Carpintería metálica</u>				

PARTIDA	UND	METRADO	PU (\$)	COSTO (\$)
Puerta con tubo F°G° ø2" malla N°10x2"	m2	-1.18	209.80	-247.56
<b>Instalaciones eléctricas</b>				
Salida para tomacorriente bipolar doble	pto	-1.00	14.42	-14.42
Tableros distribución caja metálica con 12 polos	pza	-1.00	108.88	-108.88
Fluorescente recto 2 x 40 w incluye equipo y pantalla	u	-1.00	57.43	-57.43
<b>MAYORES METRADOS</b>				<b>45,602.24</b>
<b>Obras preliminares</b>				
Transporte de materiales y suministros	Est	0.80	4,659.87	3,747.21
<b>Concreto simple</b>				
Concreto 1:8+25% pm para sobrecimientos	m3	35.26	116.75	4,117.06
Solados concreto f'c=100 kg/cm2	m2	333.03	6.68	2,224.89
Encofrado y desencofrado normal para sobrecimiento	m2	65.75	12.86	845.64
<b>Columnas</b>				
Concreto f'c=210 kg/cm2 PARA COLUMNAS	m3	20.28	158.37	3,211.99
Encofrado y desencofrado normal en columnas	m2	26.20	12.86	336.98
Acero fy=4200 kg/cm2 GRADO 60 P/COLUMNAS	kg	1,532.84	3.05	4,674.27
<b>BASES Y PEDESTALES 60 kv</b>				
Concreto f'c= 210 kg/cm2 en bases y pedestales	m3	17.91	158.37	2,835.74
Encofrado y desencofrado para pedestales	m2	129.19	12.86	1,661.45
Acero fy=4200 kg/cm2 grado 60 p/pedestales	kg	2,032.07	3.05	6,196.62
<b>Losas aligeradas</b>				
Concreto f'c=210 kg/cm2 p/losas aligeradas	m3	1.23	158.37	195.51
Acero fy=4200 kg/cm2 grado 60 p/losas aligeradas	kg	757.05	3.05	2,308.57
Ladrillo hueco de arcilla h=15 cm para techo aligerado	u	39.00	0.67	26.14
<b>Canaletas</b>				
Concreto f'c=210 kg/cm2 en canales	m3	8.24	158.37	1,304.56
Acero fy=4200 kg/cm2 grado 60 en canaletas	kg	68.92	3.05	210.16
<b>Buzones</b>				
Concreto f'c=210 kg/cm2 en buzones	m3	4.78	158.37	757.68
Encofrado y desencofrado para buzones	m2	51.78	12.86	665.89
Acero fy=4200 kg/cm2 grado 60 en buzones	kg	476.68	3.05	1,453.59
<b>Sardineles</b>				
Concreto f'c=175 kg/cm2 para sardineles	m3	0.27	158.37	42.25
Acero fy=4200 kg/cm2 grado 60 en sardineles	kg	329.07	3.05	1,003.49
<b>Albañilería</b>				
Muro de soga ladrillo corriente con cemento-cal-arena	m2	14.56	18.47	268.83
<b>Revoques enlucidos y molduras</b>				
Tarrajeo exterior frotachado 1:5 incluye de derrames	m2	36.76	9.36	344.19
Tarrajeo interior frotachado 1:5 incluye de derrames	m2	47.51	10.68	507.56
<b>Cielorrasos</b>				
Cielo raso con vigas empotradas con mortero 1:4 X 1.5	m2	59.46	9.47	562.91

PARTIDA	UND	METRADO	PU (\$)	COSTO (\$)
cm				
<u>Pisos y pavimentos</u>				
Piso cerámico 33x33 color en SSHH	m2	0.03	23.42	0.70
Vereda rígida de concreto f'c=140 kg/cm2 E=10 cm pasta 1:2	m2	20.48	13.38	273.96
<u>Contrazocalos</u>				
Contrazocalo cemento s/colorear H = 20 cm pulido	m	37.15	5.56	206.62
<u>Zócalos</u>				
Zócalo de mayólica blanca DE 15 X 15 cm de 1ra	m2	1.24	15.73	19.57
<u>Pintura</u>				
Pintura en interiores 2 manos	m2	47.51	4.35	206.63
Pintura en exteriores 2 manos	m2	35.76	4.35	155.53
Pintura en cielo raso 2 manos	m2	59.46	4.35	258.62
Pintura en puertas con barniz 2 manos	m2	2.05	19.17	39.30
<u>Cubiertas</u>				
Cubierta de teja andina	m2	14.77	12.49	184.41
<u>Carpintería de madera</u>				
Puerta contraplacada de 40 mm triplay	m2	0.29	113.81	33.00
<u>Carpintería metálica</u>				
Rejilla de inspección 1-1/4"x1/4"(0.30x 1.00)	u	15.17	6.92	104.95
Portón c/tubo F°G° ø2" MALLA N°10x2"	m2	2.02	304.28	613.88
Bandeja portacable 02 soportes, platina y F°G° ø1/2"	u	11.00	33.57	369.24
Bandeja portacable 04 soportes, platina y F°G° ø1/2"	u	2.00	55.82	111.64
<u>Instalaciones eléctricas</u>				
Salida de techo con cable AWG TW 2.5 mm (14) + D PVC SEL 16 mm (5/8)	pto	3.00	14.42	43.26
Salida de pared con cable AWG TW 2.5 mm (14) + D PVC SEL 16 mm (5/8)	pto	7.00	14.42	100.94
<u>Sistema de desagüe</u>				
Salidas de PVC sal para desagüe de 2"	pto	3.00	31.34	94.01
Registros de bronce cromado 2"	pza	2.00	26.70	53.40
<u>Sistema de agua fría</u>				
Salida de agua fría con tubería de PVC-SAP 1/2"	pto	1.00	28.69	28.69
Válvulas de compuerta de bronce de 1/2"	pza	2.00	36.21	72.42
<u>Varios</u>				
Tubería diámetro 4" PVC SAP	m	29.10	16.50	480.24
Tubería diámetro 6" PVC SAP	m	4.00	18.59	74.35
Cerco perimétrico de malla metálica H=2.20m c/cocada 2"X2"-tuboØ2"fogo	m	18.66	137.93	2,573.70
<b>ADICIONALES</b>				<b>111,638.03</b>
<u>Canaleta de drenaje pluvial</u>				

PARTIDA	UND	METRADO	PU (\$)	COSTO (\$)
Tubería PVC SAP Ø 2"	m	24.00	5.23	125.40
Tapón de PVC de 2"	Und	160.00	1.63	260.00
Soporte de planchas	M	13.00	10.02	130.26
<u>Tubería para cables de interconexión subterránea</u>				
Excavación terreno compactado	m3	67.61	24.92	1,684.89
Acarreo material excedente	m3	84.52	14.95	1,263.50
Relleno y compactación con material propio	m3	36.70	9.41	345.17
Eliminación del material excedente	m3	38.64	23.38	903.44
Tubería PVC SAP Ø 2"	m	725.31	5.23	3,789.74
Concreto fc=140 kg/cm2	m3	32.64	178.13	5,814.47
Demolición de concreto	m3	3.82	114.57	437.72
<u>Sala de control</u>				
Ventanas metálicas	m2	9.66	105.30	1,017.15
Ventanas metálicas con persianas	m2	0.63	380.33	239.61
Puerta metálica con plancha acanalada 3/32"	m2	10.40	288.02	2,995.37
Plancha estriada - canaleta sala de control	m2	34.75	204.50	7,107.41
Extractor de aire	Pto	1.00	708.47	708.47
Pintura en ventanas metálicas	m2	8.49	6.29	53.43
Pintura en puertas metálicas acanaladas	m2	20.80	6.29	130.83
Soporte de tablero de control	Und.	11.00	91.22	1,003.42
Soporte de celdas	Und.	14.00	84.88	1,188.32
Tubería PVC SAP Ø 4"	m	9.00	6.20	55.76
Instalación eléctrica tablero	Pto	1.00	308.20	308.20
Instalación eléctrica de luz de emergencia	Pto	6.00	98.52	591.12
Cerámico antiácido en sala de baterías	m2	23.87	77.52	1,850.06
Soporte de tapas de plancha estriada	m	83.25	10.02	834.24
Canal metálico para drenaje de techo sc	m	33.20	39.28	1,303.93
Ladrillo pastelero en tanque elevado	m2	4.45	29.21	129.99
Zócalo de cerámico h=7.7 cm	m	51.10	22.51	1,150.26
<u>Base de transformador de potencia y patio de llaves</u>				
Suministro y extendido de grava de 3/4"-1", e=0.10m	m2	631.39	48.47	30,605.58
Corte de riel 60 lb/yd.	Und	4.00	37.86	151.44
Soldadura de pletinas a riel de 60 lb/yd	Und	30.00	3.02	90.53
Limpieza y pintura de riel de 60lb/yd	m	18.56	11.68	216.75
Escalera de gato metálica	Und.	16.00	26.21	419.36
Tapa metálica para buzón de cables 13.2kv.	Und.	1.00	628.32	628.32
Juntas de dilatación e=1" de equipos	ml	321.99	24.23	7,803.11
Excavación en terreno compactado	m3	318.52	24.92	7,937.60
Relleno y compactación con material propio	m3	195.83	9.41	1,841.94
Eliminación de material excedente	m2	147.23	23.38	3,442.17
Instalación de anclajes antisísmicos en transf. De 12	Und	4.00	11.69	46.75

PARTIDA	UND	METRADO	PU (\$)	COSTO (\$)
MVA				
Riel de 60 lb/yd para soporte de transformador de potencia de 12mva	Global	1.00	1,148.40	1,148.40
Colocación y nivelación de riel de 60 lb/yd	m	18.56	8.69	161.34
Suministro y colocación de válvula de control	Und	2.00	282.64	565.28
<u>Base de transformador de 2mva</u>				
Trazo y replanteo	m2	7.46	0.84	6.27
Excavación en terreno compactado	m3	5.50	24.92	136.97
Solado f'c=100 kg/cm2	m2	7.46	6.68	49.82
Acero de refuerzo fy=4200kg/cm2	kg	292.20	2.85	832.76
Encofrado normal	m2	16.18	12.86	208.06
Concreto f'c=210 Kg/CM2	m3	3.76	189.42	712.80
Tapas de rejilla metálica para transformador 2 MVA	m2	3.68	175.40	644.60
Suministro de perfil tipo U DE 5"x2"	m	5.60	13.78	77.15
Colocación de perfil tipo U DE 5x2"	m	5.60	3.86	21.64
Válvula de compuerta de bronce Ø4"	Und	2.00	258.65	517.30
<u>Base de transformador de servicios auxiliares</u>				
Trazo y replanteo	m2	1.50	0.84	1.26
Excavación en terreno compactado	m3	0.19	24.92	4.67
Solado f'c=100 kg/cm2	m2	1.50	6.68	10.02
Acero de refuerzo fy=4200kg/cm2	kg	47.79	2.85	136.21
Encofrado normal	m2	1.25	12.86	16.08
Concreto f'c=210 Kg/CM2	m3	0.78	189.42	147.04
Suministro de perfil tipo U 5"x2"	ml	3.00	12.56	37.68
Colocación de perfil tipo U DE 5"x2"	ml	3.00	3.86	11.59
<u>Cisterna y otros</u>				
Excavación en terreno compactado	m3	56.32	24.92	1,403.49
Solado f'c=100 kg/cm2	m2	35.20	6.68	235.14
Concreto fc= 210 kg/cm2 en bases y pedestales	m3	20.06	189.42	3,800.52
Encofrado y desencofrado para pedestales	m2	80.64	12.86	1,037.03
Acero fy=4200 kg/cm2 grado 60 p/pedestales	kg	1,396.62	2.85	3,980.37
<u>Cisterna y otros</u>				
Excavación en terreno compactado	m3	6.50	24.92	161.89
Solado f'c=100 kg/cm2	m2	4.59	6.68	30.66
Concreto fc= 210 kg/cm2 en cisterna	m3	3.06	189.42	578.68
Encofrado y desencofrado para cisterna	m2	20.55	12.86	264.27
ACERO fy=4200 kg/cm2 grado 60	kg	937.49	2.85	2,671.85
Tubería de impulsión PVC SAP Ø1"	m	24.51	5.30	129.92
Suministro y colocación de bomba centrífuga 1hp, succión Ø1", descarga Ø1"	Und	1.00	499.73	499.73
Grifería mezcladora para lavatorio en baño	Und	1.00	32.38	32.38

<b>PARTIDA</b>	<b>UND</b>	<b>METRADO</b>	<b>PU (\$)</b>	<b>COSTO (\$)</b>
Grifería para lavatorio en sala de baterías	Und	1.00	11.08	11.08
Jabonera adhesiva sin asa	Und	1.00	4.36	4.36
Papelera adhesiva con eje	Und	1.00	4.65	4.65
Gancho adhesivo doble de losa blanca	Und	1.00	4.93	4.93
Colocación de accesorios sanitarios	Und	6.00	6.05	36.29
Terma "solé evolución de 50lts	Und	1.00	481.39	481.39
Colocación del ns grout	m2	10.91	120.19	1,311.22
Colocación de tubería ø8"	m	22.00	22.61	497.38
Colocación de freno en base de transformador de 12mva	Und	4.00	102.04	408.15
<b>TOTAL</b>				<b>84,647.01</b>

**ANEXO D: DETALLE DEL CRONOGRAMA CONTRACTUAL Y  
REAL CORRESPONDIENTE A LA SUBESTACIÓN LOS HÉROES**

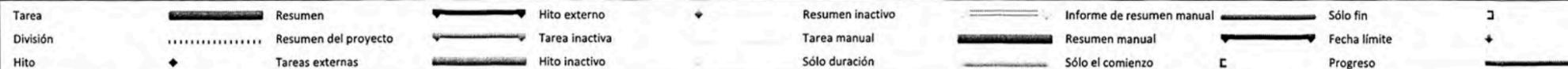
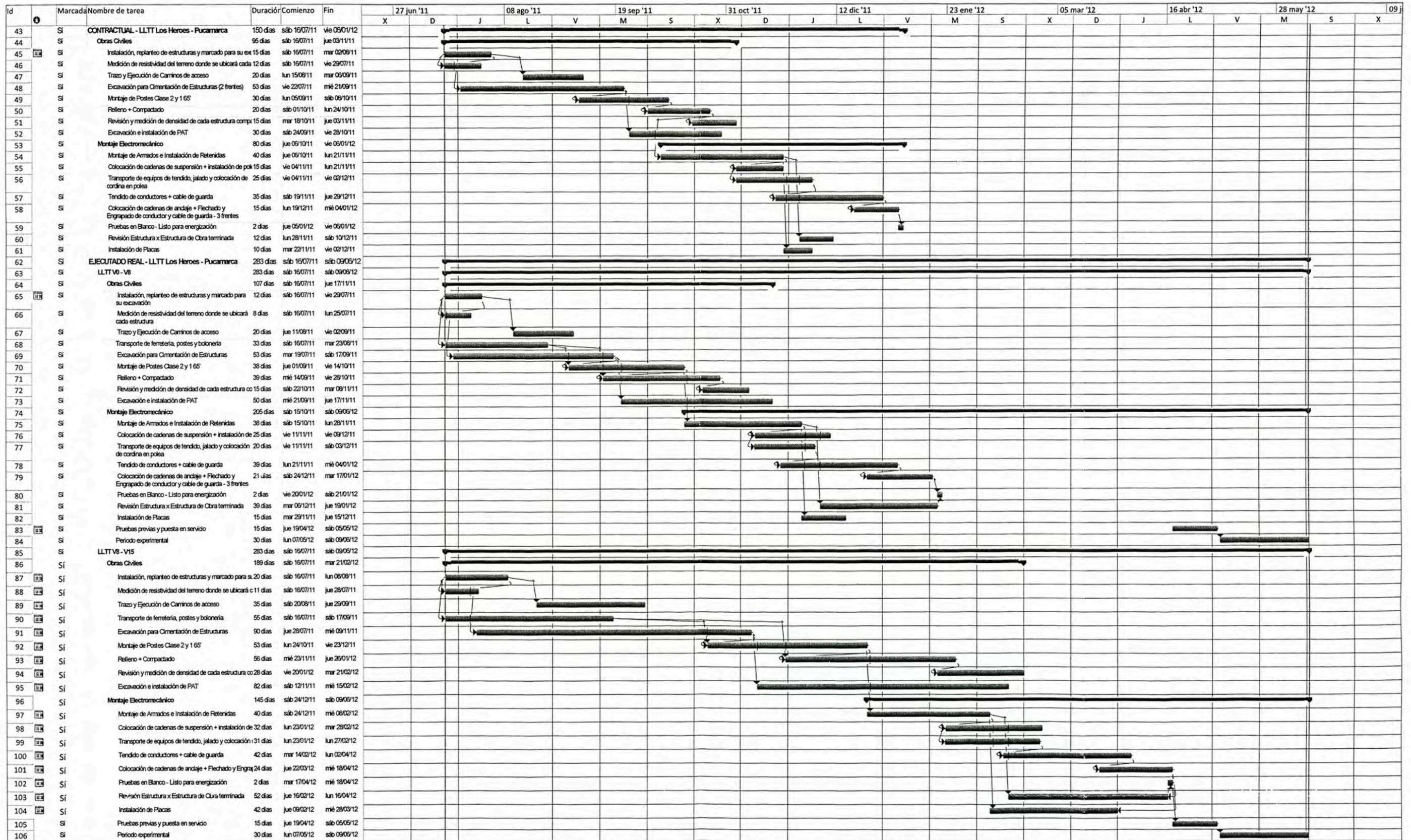
CUADRO 01

Id	Marcada	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	27 jun '11		08 ago '11		19 sep '11		31 oct '11		12 dic '11		23 ene '12		05 mar '12		16 abr '12		28 may '12		09
						X	D	J	L	V	M	S	X	D	J	L	V	M	S	X	D	J	L	
1	Sí	<b>CONTRACTUAL - Ampliación SET Los Heroes</b>	119 días	sáb 16/07/11	jue 01/12/11																			
2	Sí	<b>Obras Civiles</b>	74 días	sáb 16/07/11	lun 10/10/11																			
3	Sí	Construcciones provisionales e instalación	18 días	sáb 16/07/11	vie 05/08/11																			
4	Sí	Trazos Niveles, replanteo y retiro parcial de cerco	6 días	jue 04/08/11	mié 10/08/11																			
5	Sí	Excavación para cimentación de equipos y pórticos en patio de llaves y para malla de red de tierra profunda	24 días	mar 09/08/11	lun 05/09/11																			
6	Sí	Ampliación Sala de Control	30 días	jue 11/08/11	mié 14/09/11																			
7	Sí	Encofrado y cimentación de bases de equipos y pórticos	20 días	mié 31/08/11	jue 22/09/11																			
8	Sí	Relleno compactado bases de equipos y pórtico	15 días	vie 23/09/11	lun 10/10/11																			
9	Sí	Instalación malla de tierra profunda y compactado	12 días	sáb 10/09/11	vie 23/09/11																			
10	Sí	Canaletas exteriores, sardineles, riesgo asfáltico, ...etc	15 días	vie 23/09/11	lun 10/10/11																			
11	Sí	Montaje cerco perimétrico	3 días	vie 23/09/11	lun 26/09/11																			
12	Sí	<b>Montaje Electromecánico</b>	60 días	vie 23/09/11	jue 01/12/11																			
13	Sí	Montaje de Equipos (interruptor, seccionador, pararrayos, ...etc) + pórticos	20 días	vie 23/09/11	sáb 15/10/11																			
14	Sí	Instalación puesta a tierra superficial	8 días	sáb 08/10/11	lun 17/10/11																			
15	Sí	Montaje de Tablero de Protección, mando y señalización e	5 días	lun 17/10/11	vie 21/10/11																			
16	Sí	Servicios auxiliares banco de baterías	4 días	lun 17/10/11	jue 20/10/11																			
17	Sí	Cableado equipos patio de llaves con sala de control	21 días	lun 17/10/11	mié 09/11/11																			
18	Sí	Sistema de telecomunicaciones	40 días	lun 17/10/11	jue 01/12/11																			
19	Sí	Capa material granular	5 días	mar 18/10/11	sáb 22/10/11																			
20	Sí	Pruebas sin carga	5 días	mié 09/11/11	lun 14/11/11																			
21	Sí	<b>EJECUTADO REAL - Ampliación SET Los Heroes</b>	282 días	dom 17/07/11	sáb 09/06/12																			
22	Sí	<b>Obras Civiles</b>	77 días	dom 17/07/11	vie 14/10/11																			
23	Sí	Construcciones provisionales e instalación	15 días	dom 17/07/11	mar 02/08/11																			
24	Si	Trazos Niveles, replanteo y retiro parcial de cerco	8 días	sáb 23/07/11	lun 01/08/11																			
25	Si	Transporte de materiales y suministro	70 días	sáb 23/07/11	mié 12/10/11																			
26	Si	Excavación para cimentación de equipos y pórticos en patio de llaves y para malla de red de tierra profunda	8 días	sáb 30/07/11	lun 08/08/11																			
27	Si	Solados de concreto	8 días	mar 09/08/11	mié 17/08/11																			
28	Si	Bases y pedestales	17 días	sáb 20/08/11	jue 08/09/11																			
29	Si	Canaletas exteriores, sardineles, riesgo asfáltico, ...etc	14 días	sáb 10/09/11	lun 26/09/11																			
30	Si	Pisos y pavimentos	13 días	mar 27/09/11	mar 11/10/11																			
31	Si	Montaje cerco perimétrico	16 días	mar 27/09/11	vie 14/10/11																			
32	Si	<b>Montaje Electromecánico</b>	269 días	mar 02/08/11	sáb 09/06/12																			
33	Si	Montaje de Equipos (interruptor, seccionador, pararrayos, ...etc) + pórticos	12 días	sáb 15/10/11	vie 28/10/11																			
34	Si	Instalación de tableros	20 días	jue 03/11/11	vie 25/11/11																			
35	Si	Montaje de porticos y sistema de barras	14 días	jue 03/11/11	vie 18/11/11																			
36	Si	Instalación puesta a tierra superficial	15 días	mar 02/08/11	jue 18/08/11																			
37	Si	Cableado equipos patio de llaves con sala de control	20 días	sáb 03/12/11	lun 26/12/11																			
38	Si	Montaje de otros equipos	6 días	sáb 26/11/11	vie 02/12/11																			
39	Si	Equipo contra incendio	6 días	sáb 03/12/11	vie 09/12/11																			
40	Si	Pruebas previas y puesta en servicio	15 días	jue 19/04/12	sáb 05/05/12																			
41	Si	Periodo experimental	30 días	lun 07/05/12	sáb 09/06/12																			

Tarea		Tareas externas		Tarea manual		Sólo fin	
División		Hito externo		Sólo duración		Fecha límite	
Hito		Tarea inactiva		Informe de resumen manual		Progreso	
Resumen		Hito inactivo		Resumen manual			
Resumen del proyecto		Resumen inactivo		Sólo el comienzo			

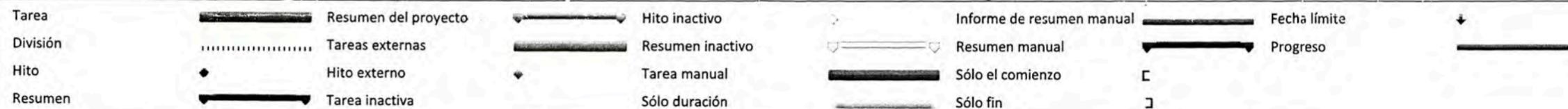
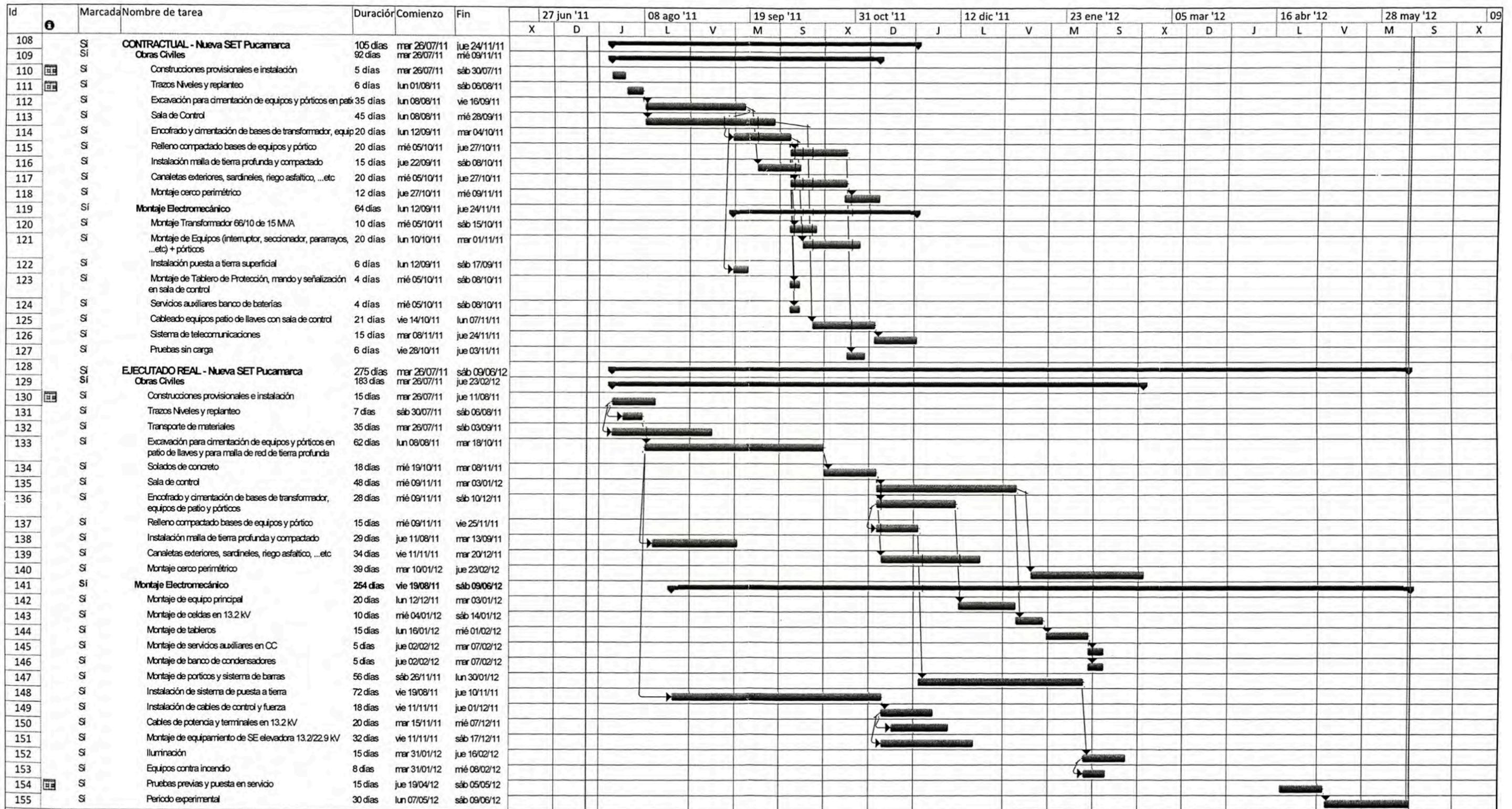
**ANEXO E: DETALLE DEL CRONOGRAMA CONTRACTUAL Y  
REAL CORRESPONDIENTE A LA LINEA DE TRANSMISION  
ENTRE LAS SUBESTACIONES LOS HÉROES Y PUCAMARCA**

CUADRO 02



**ANEXO F: DETALLE DEL CRONOGRAMA CONTRACTUAL Y  
REAL CORRESPONDIENTE A LA SUBESTACIÓN PUCAMARCA**

CUADRO 03

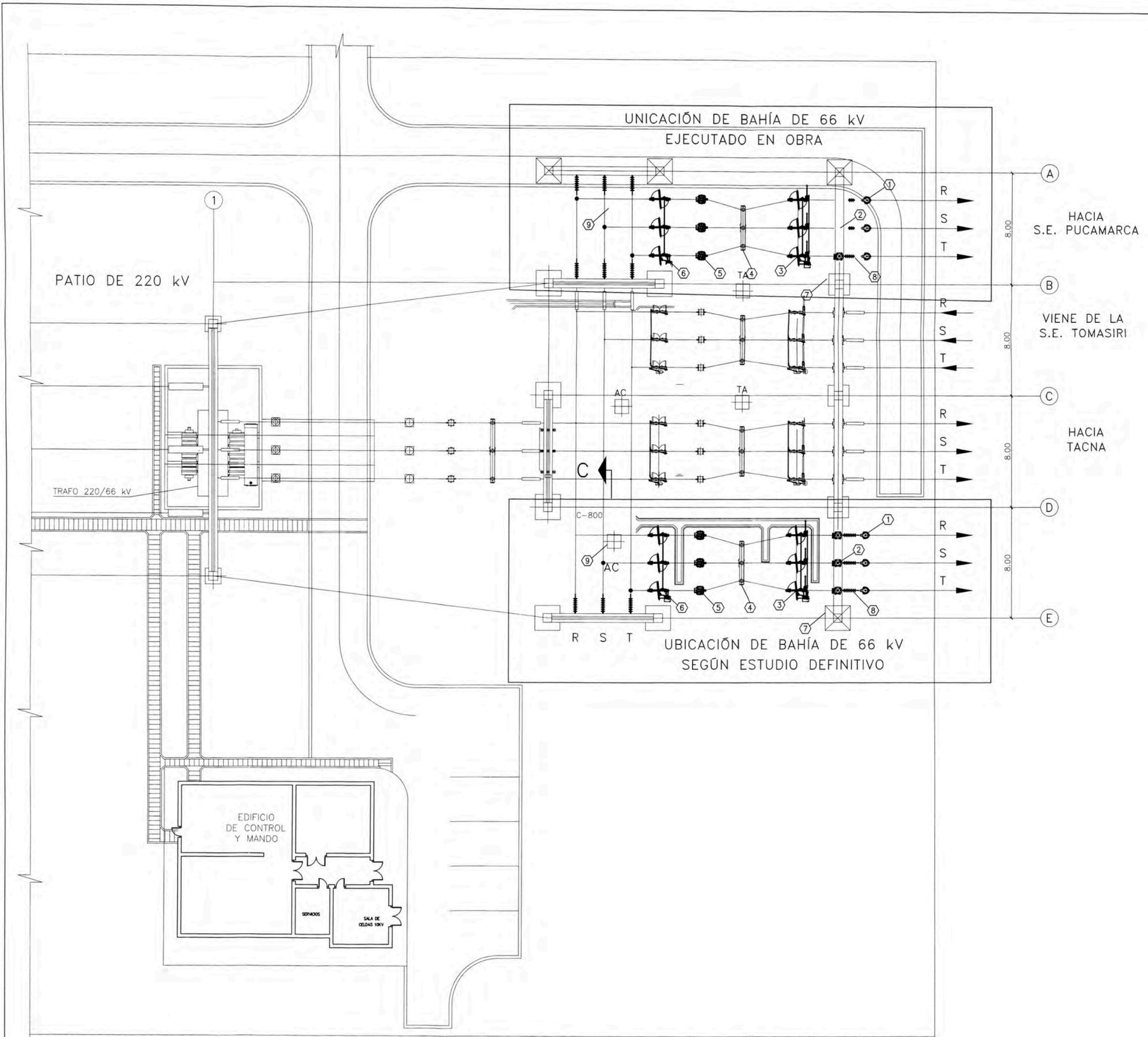


## **ANEXO G: DETALLE DEL PRESUPUESTO GENERAL DEL PROYECTO**

ITEM	DESCRIPCION	TOTAL CONTRACTUAL	TOTAL CONFORME A OBRA	TOTAL MAYORES METRADOS	TOTAL ADICIONALES	TOTAL MENORES METRADOS
<b>1.00</b>	<b>L.T. 66 KV LOS HÉROES - PUCAMARCA</b>					
1.01	OBRAS CIVILES	599,772.14	571,448.92		232,077.28	260,400.50
1.02	OBRAS ELECTROMECANICAS	731,534.47	835,995.75	32,260.92	261,234.52	189,034.16
		<b>1,331,306.61</b>	<b>1,407,444.67</b>	<b>32,260.92</b>	<b>493,311.80</b>	<b>449,434.66</b>
<b>1.10</b>	<b>PAT L.T. 66 KV</b>					
1.11	OBRAS CIVILES		126,417.82		126,417.82	
1.12	MONTAJE ELECTROMECANICO		34,681.65		34,681.65	
1.13	TRANSPORTE DE MATERIALES		325,203.65		325,203.65	
1.14	TRANSPORTE CON HELICOPTERO		392,412.50		392,412.50	
1.15	SUMINISTRO DE MATERIALES		106,114.48		106,114.48	
			<b>984,830.10</b>		<b>984,830.10</b>	
<b>1.20</b>	<b>TORRE CALIENTE</b>					
1.21	OBRAS CIVILES		29,711.72		29,711.72	
1.22	MONTAJE ELECTROMECANICO		10,769.73		10,769.73	
			<b>40,481.45</b>		<b>40,481.45</b>	
<b>2.00</b>	<b>AMPLIACIÓN SS.EE. LOS HÉROES 66 KV</b>					
2.01	OBRAS CIVILES	49,102.23	109,100.40	11,341.45	59,327.31	10,670.59
2.02	OBRAS ELECTROMECANICAS	73,242.29	93,636.20	13,782.06	6,611.85	
		<b>122,344.52</b>	<b>202,736.60</b>	<b>25,123.51</b>	<b>65,939.16</b>	<b>10,670.59</b>
<b>3.00</b>	<b>NUEVA SS.EE. PUCAMARCA 66 KV</b>					
3.01	OBRAS CIVILES	192,048.10	274,396.98	43,304.11	111,638.03	72,593.26
3.02	OBRAS ELECTROMECANICAS	133,048.61	154,102.71	9,118.57	15,981.60	4,046.07
		<b>325,096.71</b>	<b>428,499.69</b>	<b>52,422.68</b>	<b>127,619.63</b>	<b>76,639.33</b>
	<b>SUB TOTAL COSTO DIRECTO</b>	<b>1,778,747.84</b>	<b>3,063,992.51</b>	<b>109,807.11</b>	<b>1,712,182.14</b>	<b>536,744.58</b>
	<b>Aplicación DS-055-2010</b>	<b>122,614.70</b>	<b>122,614.70</b>			
	<b>IPC</b>	<b>56,567.40</b>	<b>56,567.40</b>			
	GASTOS GENERALES	391,585.99	963,450.46	23,703.72	667,690.74	119,529.99
	UTILIDAD	156,634.40	340,352.27	9,481.49	222,048.37	47,811.99
	<b>TOTAL</b>	<b>2,506,150.33</b>	<b>4,546,977.34</b>	<b>142,992.32</b>	<b>2,601,921.25</b>	<b>704,086.56</b>
	<b>VARIACION PORCENTUAL</b>	<b>100.00%</b>	<b>181.43%</b>	<b>5.71%</b>	<b>103.82%</b>	<b>28.09%</b>

## **ANEXO H: PLANOS DE LOS CAMBIOS EN EL DISEÑO**

PLANO 01



LEYENDA			
EQUIPOS EN 66 kV			
ITEM	DESCRIPCION	CANT.	
①	PARARRAYOS 66 kV	3	
②	TRANSFORMADOR DE TENSION 66 kV	3	
③	SECCIONADOR DE LINEA 66 kV	1	
④	INTERRUPTOR TRIPOLAR 66 kV	1	
⑤	TRANSFORMADOR DE CORRIENTE 66kV	3	
⑥	SECCIONADOR DE BARRA 66kV	1	
⑦	PÓRTICO EN 66 kV LINEA	COLUMNAS 12.0 m	1
		VIGAS 8 m	1
⑧	CADENA DE AISLADORES 66 kV	3	
⑨	ARMARIO DE CENTRALIZACION FUERZA Y CONTROL	1	

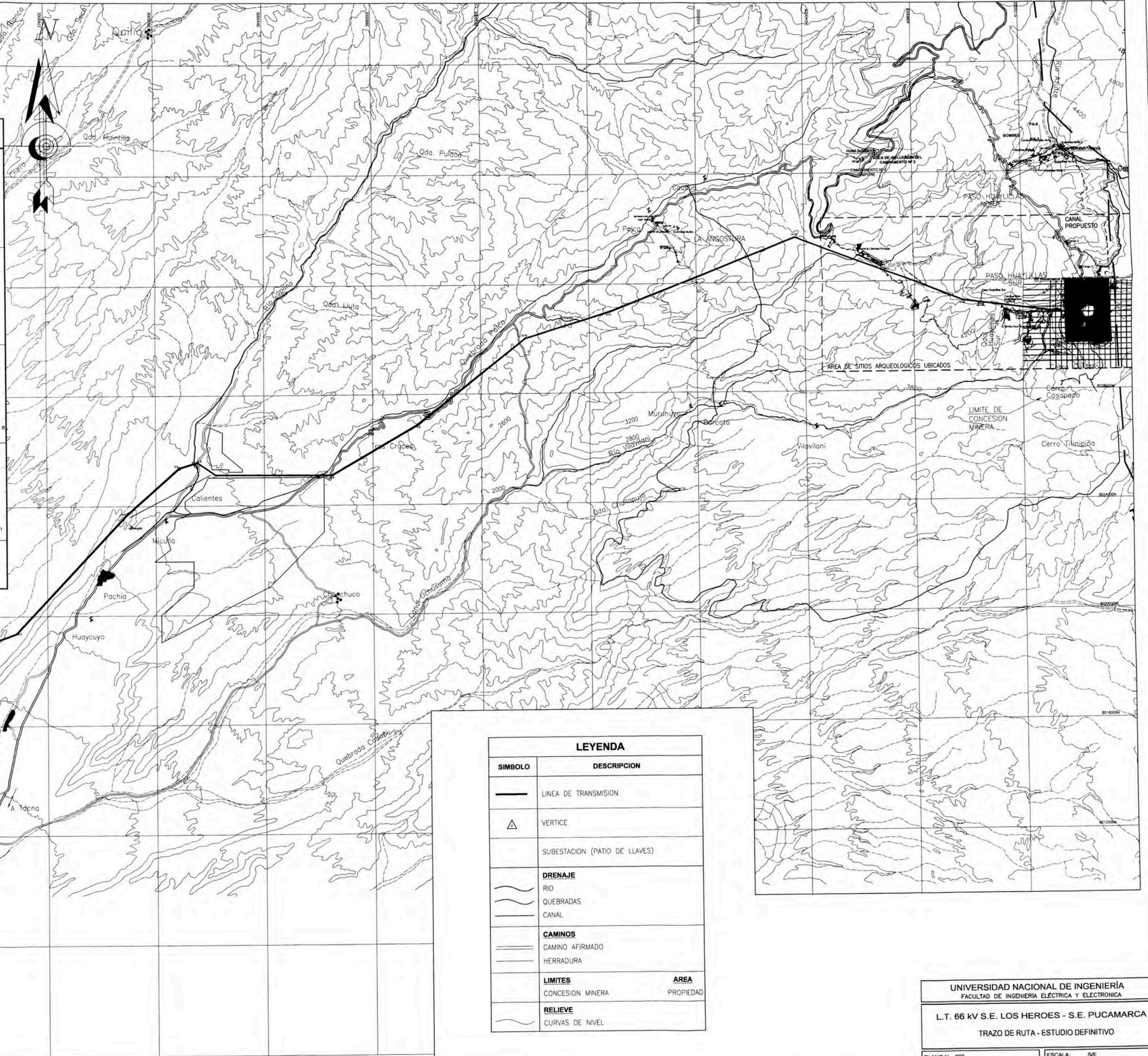
PLANTA

PLANO 02

CUADRO DE VERTICES - COORDENADAS U.T.M. PSAD 56

LÍNEA DE TRANSMISIÓN 66kV Ampliación S.E. LOS HEROES - SE PUCAMARCA

Vértice	Angulo			Distancia Adelante m	Progresiva m	Cota m. s. n. m.	Coordenadas U.T.M.		Observaciones
	-	-	-				Este	Norte	
Port.					0.00	703	360.825	8.009.702	SE Los Héroes
V0	94	53	59	I	95.59	95.59	360.899	8.009.608	Cruce de LST 66kV Los Héroes-Tacna
V1	34	0	23	I	189.74	285.33	361.046	8.009.728	
V2	53	39	0	D	5,391.08	5,676.41	362.564	8.014.903	Cercanía a Zona Mita
V3	26	45	25	I	13,100.88	18,777.29	374.880	8.019.367	Cerro de Calana
V4	5	20	20	D	5,897.36	24,674.65	378.931	8.023.657	Cerro de Micula
V5	23	55	49	D	2,568.16	27,262.81	380.873	8.025.366	
V6	51	55	38	D	698.49	27,961.30	381.540	8.025.574	
V7	34	8	32	I	809.47	28,770.77	382.204	8.025.115	Micula
V8	30	4	53	I	4,297.93	33,068.70	386.503	8.025.085	
V9	8	11	51	I	3,642.63	36,711.33	389.669	8.026.886	Cerro de Palca
V10	20	41	48	D	5,066.47	41,777.80	393.650	8.030.010	Frete a Derivación a Mina
V11	4	14	6	I	3,196.40	44,974.20	396.718	8.030.951	
V12	42	35	15	D	7,443.76	52,417.96	403.656	8.033.675	
V13	13	4	56	I	6,606.93	59,024.89	409.809	8.031.282	Abre
V14	42	54	42	I	3,600.18	62,825.07	413.580	8.030.799	Zona de Concesión
V15	28	34	12	D	892.78	63,717.85	414.302	8.031.315	
Port.					40.00	63,757.85	414.336	8.031.317	SE Pucamarca



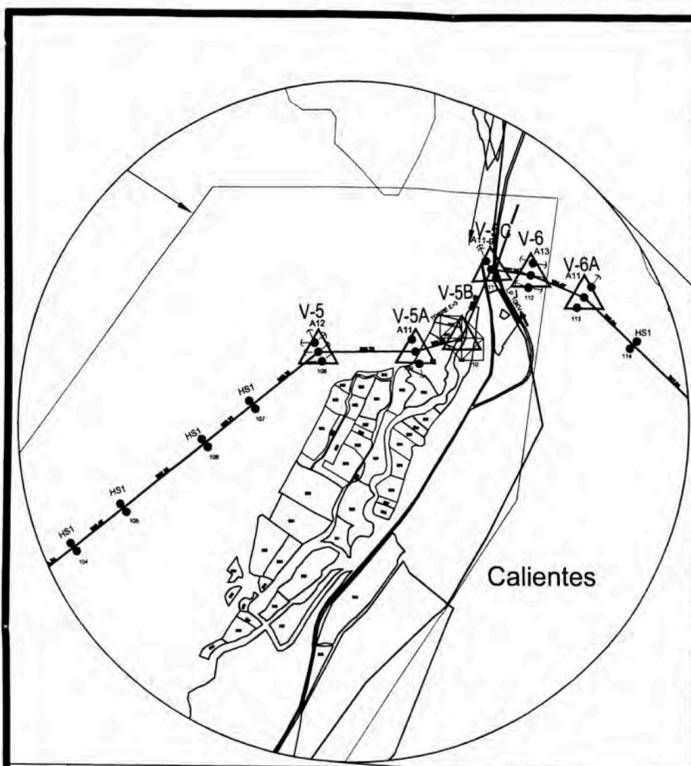
AREA DESTACAMENTO FAP-TACNA

AREA INTANGIBLE I.N.C.

TACNA

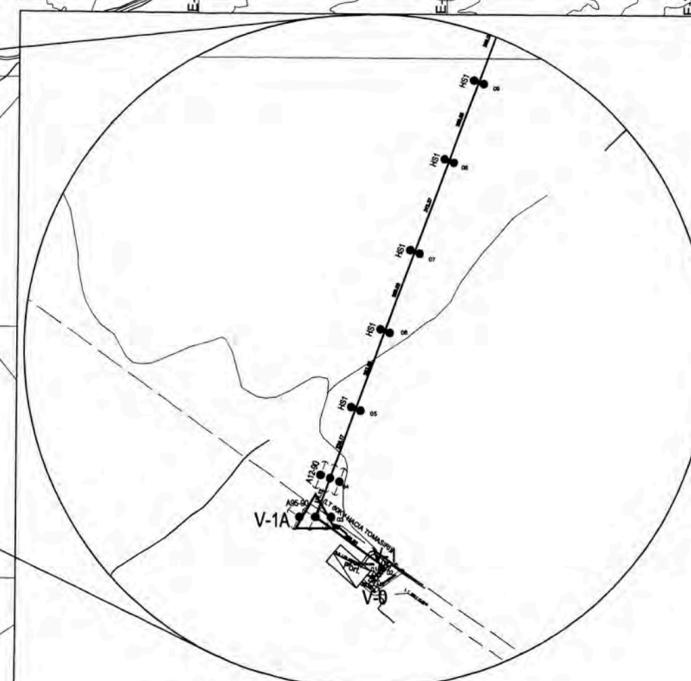
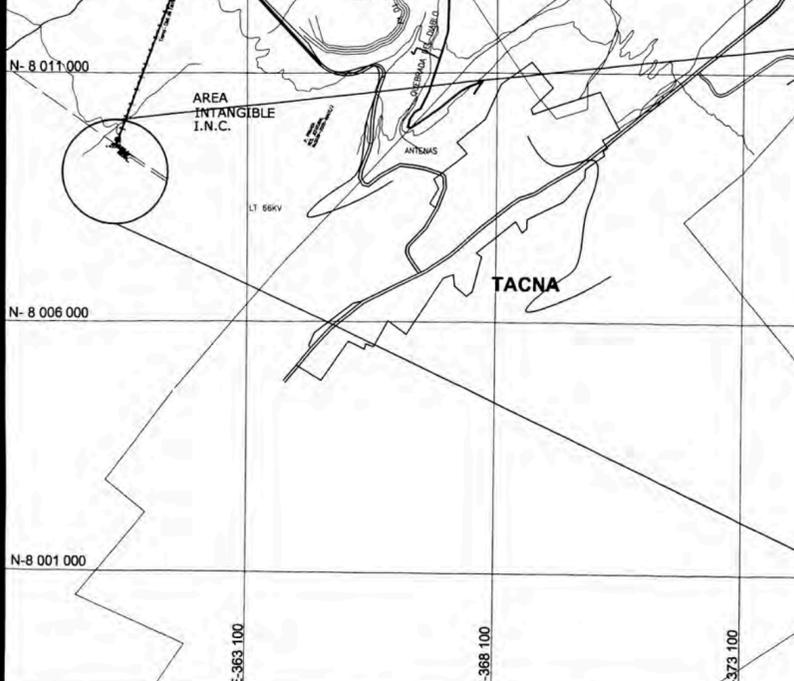
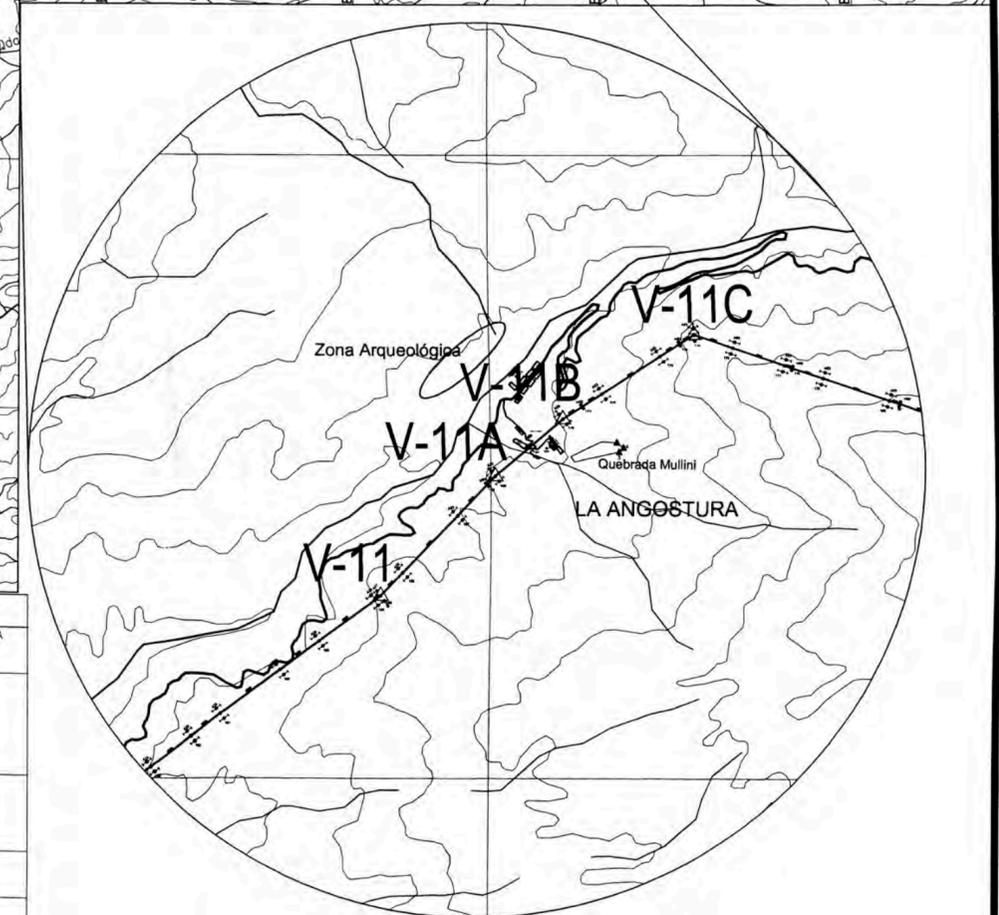
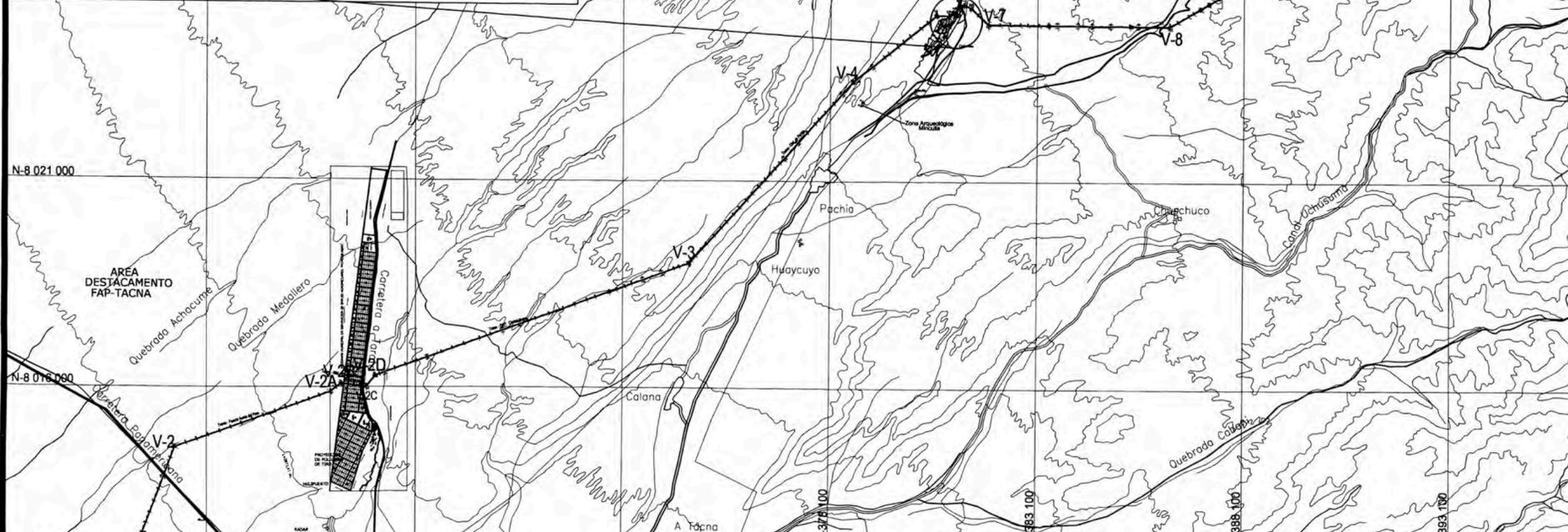
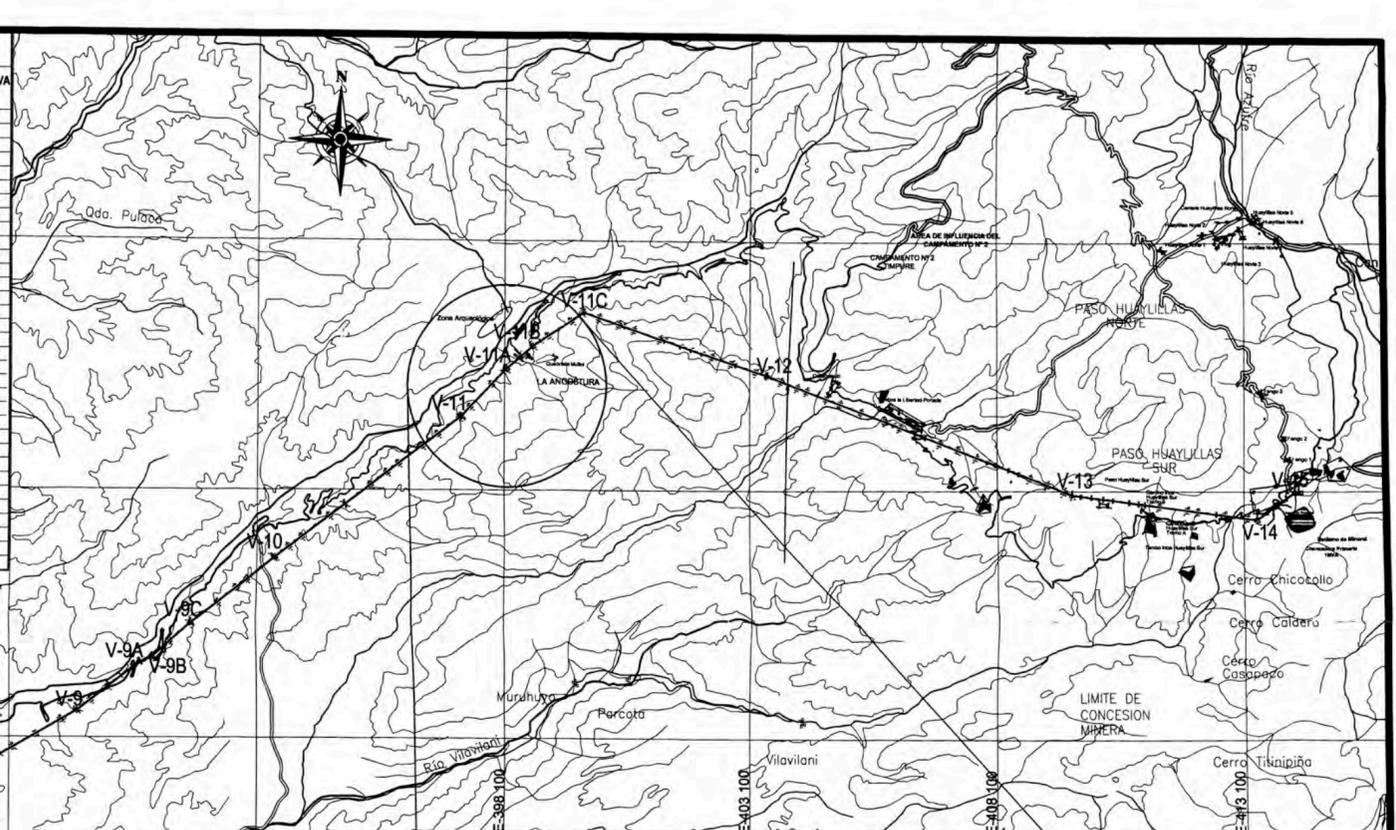
LEYENDA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
—	LÍNEA DE TRANSMISIÓN
△	VERTICE
□	SUBESTACION (PATIO DE LLAVES)
<b>DRENAJE</b>	
~	RIO
—	QUEBRADAS
—	CANAL
<b>CAMINOS</b>	
—	CAMINO AFIRMADO
—	HERRADURA
<b>LIMITES</b>	
—	CONCESION MINERA
—	AREA PROPIEDAD
<b>RELIEVE</b>	
—	CURVAS DE NIVEL

PLANO 03



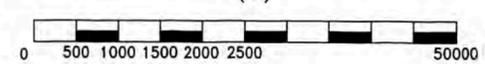
**CUADRO DE VERTICES - COORDENADAS UTM WGS84**  
**LÍNEA DE TRANSMISIÓN 66KV SE LOS HERÓES-SE PUCAMARCA**

VERTICE	ÁNGULO			NORTE (m)	ESTE (m)	COTA (m.s.n.m)	DISTANCIA ADELANTE (m)	PROGRESIVA (m)
	Grad.(°)	Min.(')	Seg.(")					
Port. Héroes	60	20	59	8079353.284	380652.168	699.990	23.015	0.000
V-0	54	56	24	8079346.000	380674.000	702.413	47.485	23.015
V-1A	75	12	48	8079382.322	390704.587	702.800	268.596	70.500
V-2	49	44	52	8074541.201	390495.000	698.537	5338.170	339.096
V-2A	17	10	6	8015883.803	386305.338	937.870	310.220	9525.326
V-2B	43	33	48	8016070.498	386303.938	949.100	611.460	9935.548
V-2C	57	36	47	8016001.097	386911.447	949.780	338.763	10547.006
V-2D	31	11	33	8016294.722	387124.197	941.010	8039.979	10885.769
V-3	27	50	54	8019001.820	374983.929	1297.050	5907.796	18925.749
V-4	9	13	5	8023375.000	378656.000	1231.240	2556.280	24833.544
V-5	37	36	12	8024967.614	382343.502	1324.820	310.732	27389.824
V-5A	18	37	20	8024972.678	380968.228	1298.470	155.049	27700.586
V-5B	49	22	11	8025019.447	381114.055	1290.450	238.419	27855.605
V-5C	75	19	28	8025238.792	381207.496	1324.700	127.700	28094.024
V-6	13	53	51	8025220.140	381333.826	1345.970	184.474	28221.723
V-7	2	10	0	8025190.152	381504.507	1394.220	566.435	28406.197
V-8	42	50	28	8024781.530	381916.502	1375.700	4382.334	28972.832
V-9	30	9	20	8024727.614	380599.000	1715.085	3642.504	33355.198
V-9A	8	9	33	8028531.936	389482.888	2051.312	1609.726	36997.590
V-9B	14	39	59	8027520.003	390733.891	2080.568	277.934	38687.416
V-9C	18	28	15	8027629.493	390989.150	2132.249	1098.893	38885.350
V-10	3	36	43	8028340.045	391787.679	2444.861	2121.849	39954.243
V-11	1	13	2	8029647.730	393458.668	2554.260	4706.298	42076.092
V-11A	5	57	9	8032468.644	397225.853	3092.177	1318.017	48782.390
V-11B	7	22	11	8033880.258	398668.832	3261.677	1244.094	49827.844
V-11C	52	3	46	8034560.202	399710.599	3449.709	3940.917	50047.539
V-12	3	6	32	8033308.726	403447.494	3871.660	6604.109	53988.456
V-13	13	53	32	8030919.223	409604.159	4313.801	3795.035	60582.565
V-14	42	49	53	8030435.587	413368.251	4284.256	892.394	64387.599
V-15	28	23	17	8030953.922	414094.677	4253.117	45.238	65279.993
Port. Pucamarca				8030959.543	414139.564	4250.180		65325.231



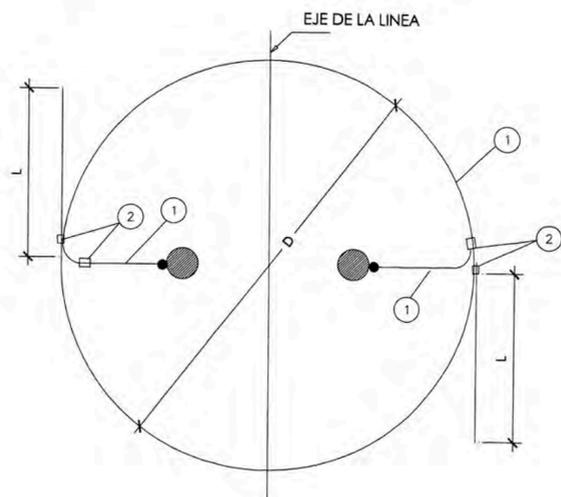
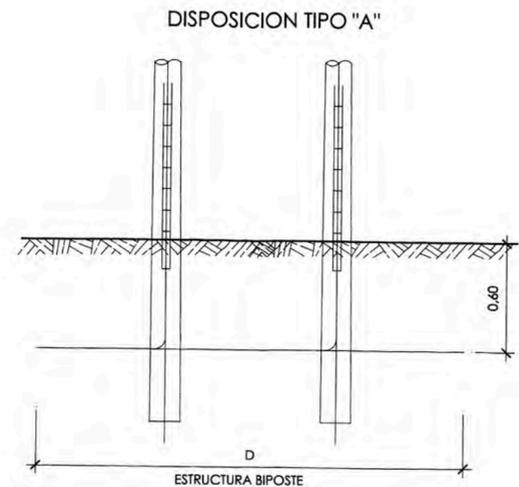
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	TRAZO DE RUTA DE LT 66KV-PUCAMARCA
	LT 66KV-TOMASRI
	LP 10KV-CALIENTES, VILAVILANI
<b>DRENAJE</b>	
	RIO
	QUEBRADAS
	CANAL
<b>CAMINOS</b>	
	CARRETERA
	HERRADURA
	ARMADOS
	RETENIDA INCLINADA

ESC. : 1/50000  
(m)

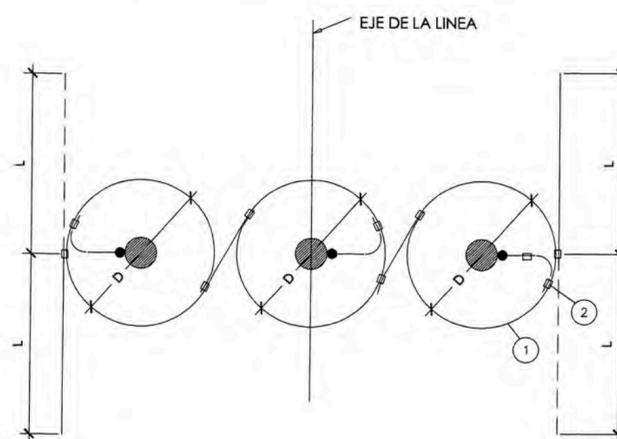
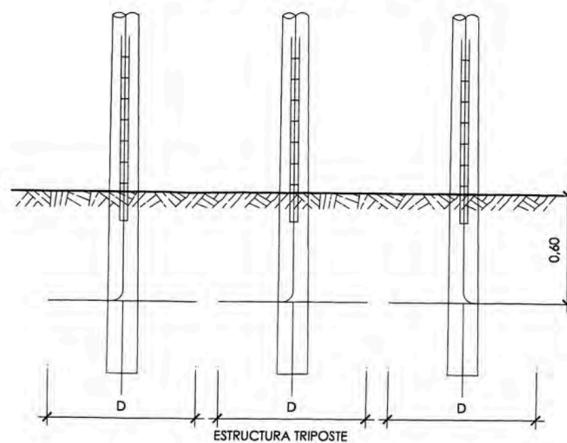


PLANO 04

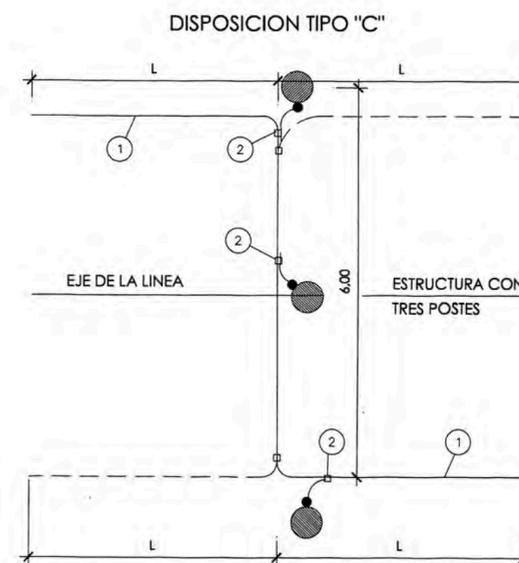
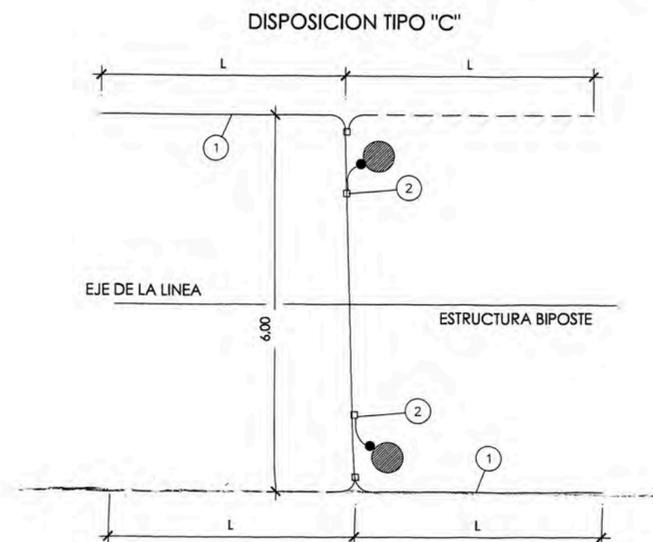
RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA EN ZONA TRANSITADA  
(R = 10 OHMIOS)



DISPOSICION TIPO "B"



RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA EN ZONA NO TRANSITADA  
(R = 25 OHMIOS)



ZONA TRANSITADA  
(Rmáx.=10 ohmios)

TIPO DE ESTRUCTURA	RESISTIVIDAD DEL TERRENO (OHM-M)	TIPO DE DISPOSICION		DIMENSIONES	
		R = 10 Ω	Ω	L (m)	D (m)
BIPOSTE	≤ 95	A1	-	-	6,00
	≤ 212	A11	10	10	6,00
	≤ 345	A12	25	25	6,00
	≤ 545	A13	50	50	6,00
TRIPOSTE	≤ 161	B1	-	-	3,00
	≤ 204	B2	-	-	4,00
	≤ 245	B3	-	-	5,00
	≤ 170	B11	20	20	3,00
	≤ 275	B21	40	40	4,00
	≤ 373	B31	60	60	5,00
	≤ 426	B12	80	80	3,00
	≤ 518	B22	100	100	4,00
	≤ 610	B32	120	120	5,00

ZONA NO TRANSITADA  
(Rmáx.=25 ohmios)

TIPO DE ESTRUCTURA	RESISTIVIDAD DEL TERRENO (OHM-M)	TIPO DE DISPOSICION		DIMENSIONES	
		R = 25 Ω	Ω	L (m)	L TOTAL (m)
BIPOSTE Y TRIPOSTE	≤ 292	C1	10	10	2x10
	≤ 408	C2	15	15	2x15
	≤ 518	C3	20	20	2x20
	≤ 625	C4	25	25	2x25
	≤ 729	C5	30	30	2x30
	≤ 929	C6	20	20	4x20
	≤ 1126	C7	25	25	4x25
	≤ 1316	C8	30	30	4x30

RELACION DE MATERIALES

1. ZONA TRANSITADA

	DESCRIPCION	UNID.	A1	A11	A12	A13	B1	B2	B3	B11	B21	B31	B12	B22	B32
①	CONDUCTOR COPPERWELD 7 N° 10 AWG	m	22	42	82	122	38	48	58	58	88	118	118	148	178
②	CONECTOR DE BRONCE VIAS PARALELAS	u	2	4	4	4	7	7	7	9	9	11	11	11	11

2. ZONA NO TRANSITADA

	DESCRIPCION	UNID.	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
①	CONDUCTOR COPPERWELD 7 N° 10 AWG	m	26	36	46	56	66	86	106	126
②	CONECTOR DE BRONCE VIAS PARALELAS	u	4	4	4	4	4	4	4	4

NOTA EN DISPOSICION "C" CON TRES POSTES SE AÑADIRA UN CONECTOR ADICIONAL

NOTAS

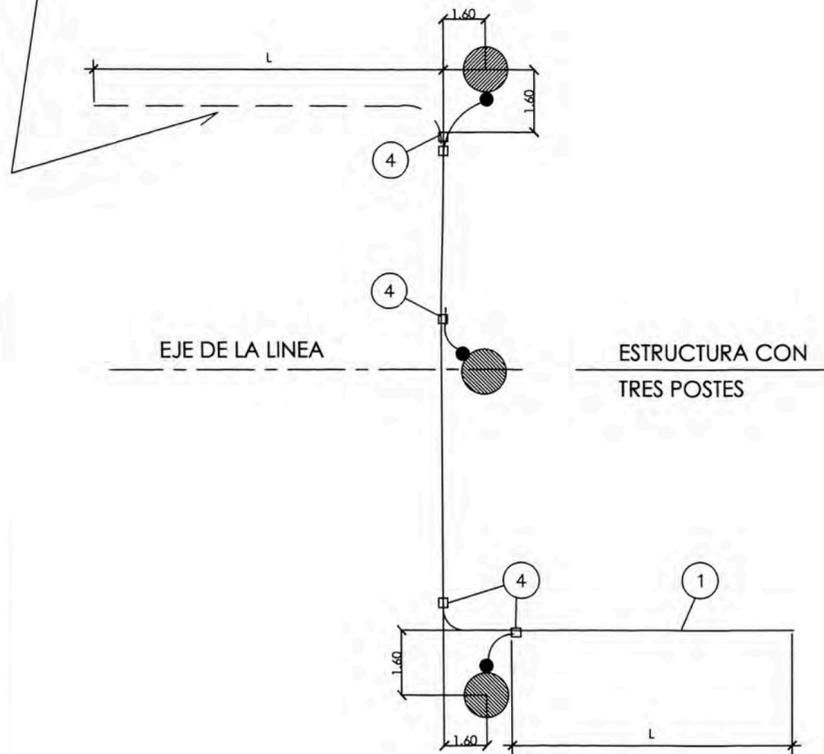
- EN LAS DISPOSICIONES B11, B21 Y B31 SE INCREMENTARAN CONTRAPESOS LONGITUDINALES DE 2x10, 2x20 Y 2x30 RESPECTIVAMENTE Y PARA LAS DISPOSICIONES B12, B22 Y B32 SE INCREMENTA CONTRAPESOS LONGITUDINALES DE 4x20, 4x25 Y 4x30 RESPECTIVAMENTE.
- PARA RESISTIVIDADES DEL SUELO MAYORES A 610 OHM-M, EN ZONAS TRANSITADAS Y 1316 OHM-M EN ZONAS NO TRANSITADAS, SE RECOMIENDA UTILIZAR OTROS METODOS DE PUESTA A TIERRA, EN ESPECIAL DEL TIPO SUELO SUPERFICIAL.

(\*) LA LONGITUD TOTAL APLICADA DEBE SER Lx2 ó Lx4

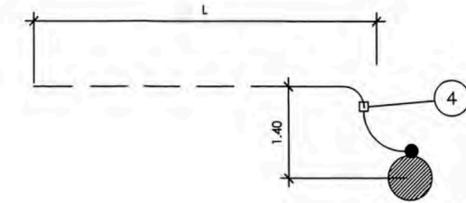
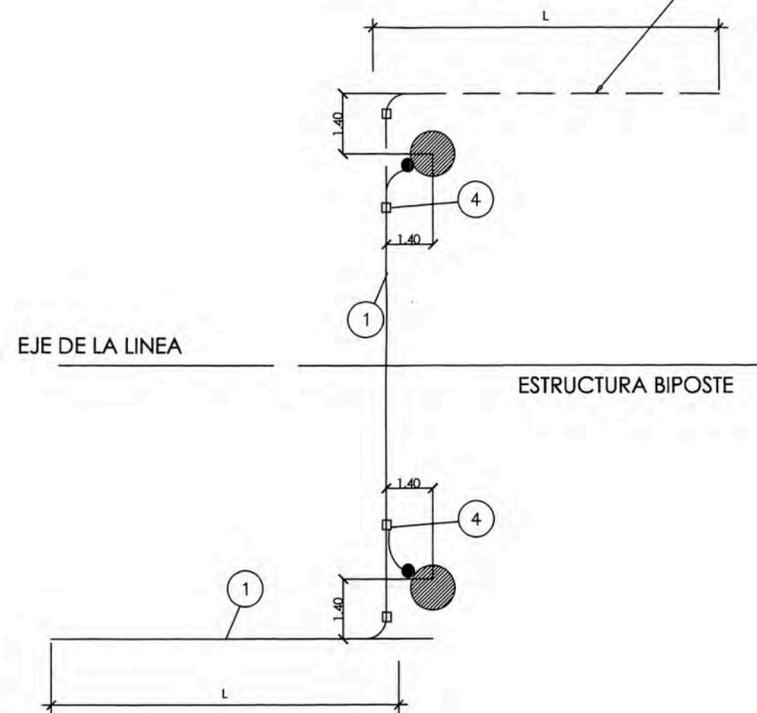
PLANO 05

# PAT - TIPO "C"

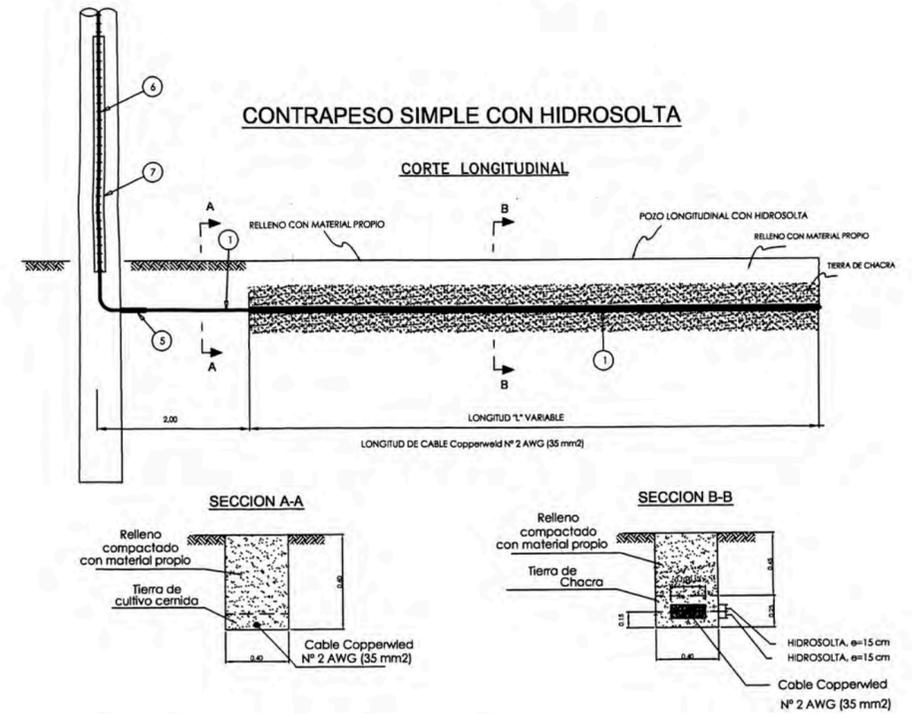
A UTILIZARSE EN EL TIPO C8 Y C9



A UTILIZARSE EN EL TIPO C8 Y C9



## CONTRAPESO SIMPLE CON HIDROSOLTA



## NOTAS

1. PARA RESISTIVIDADES DEL SUELO MAYORES A 1110 OHM-M EN ZONAS TRANSITADAS Y 2600 OHM-M EN ZONAS NO TRANSITADAS, EN TERRENO ROCOSO SE UTILIZO PUESTA A TIERRA TIPO D, "USO DE FAVIGEL"
2. A MENOS DE 3000 msnm. EN TERRENO QUE NO ES ROCOSO Y CON RESISTIVIDADES MAYORES: ENTRE 2601 Y 4000 OHM.M SE UTILIZO EL TIPO C8 PARA RESISTIVADES MAYORES A 4000 OHM.M SE UTILIZO EL TIPO C9
3. LA APLICACION DE HIDROSOLTA ES DE 5 KG. POR METRO LINEAL DE CONTRAPESO
4. LOS CONTRAPESOS ESTAN REDIRECCIONADOS A LO LARGO DEL EJE DE LA LINEA. EN OTROS CASOS SE A BUSCADO LA DIRECCION CON MAYOR NIVEL A LO LARGO DE LA INSTALACION DEL CONTRAPESO
5. PARA LOS CONTRAPESOS DEL TIPO C8 Y C9 SE INSTALO CONTRAPESO A CADA LADO DE LA ESTRUCTURA

ITEM	DESCRIPCION DE MATERIALES
1	CABLE DE ACERO CON RECUBRIMIENTO DE COBRE Nº2 AWG 30%.
2	PLATINA DE COBRE DE 60 x 0,6 mm (FLEJE DE COBRE)
3	EMPALME TERMOSOLDADO PARA Copperweld Nº 2 AWG (35 mm²)
4	CONECTOR DE DOBLE VIA PARA Copperweld Nº 2 AWG (35 mm²)
5	TUBERIA DE PVC - SAP 1" Ø
6	GRAPA EN "U" DE ACERO CON RECUBRIMIENTO DE COBRE
7	LISTON DE MADERA TRATADA DE 50 x 19 mm SECCION, 2700 LONG.

### ZONA TRANSITADA (Rmáx.=10 ohmios)

TIPO DE ESTRUCTURA	RESISTIVIDAD DEL TERRENO (OHM-M)	TIPO DE DISPOSICION	DIMENSIONES	HIDROSOLTA	CONECTOR DE BRONCE
		R = 25 Ω	L (m)	Bolsa (15 kg.)	Und.
BIPOSTE Y TRIPOSTE	≤ 172	C11	5	2	3
	≤ 295	C21	10	4	3
	≤ 409	C31	15	5	3
	≤ 517	C41	20	7	3
	≤ 724	C51	30	10	3
	≤ 920	C61	40	14	3
	≤ 1110	C71	50	17	3

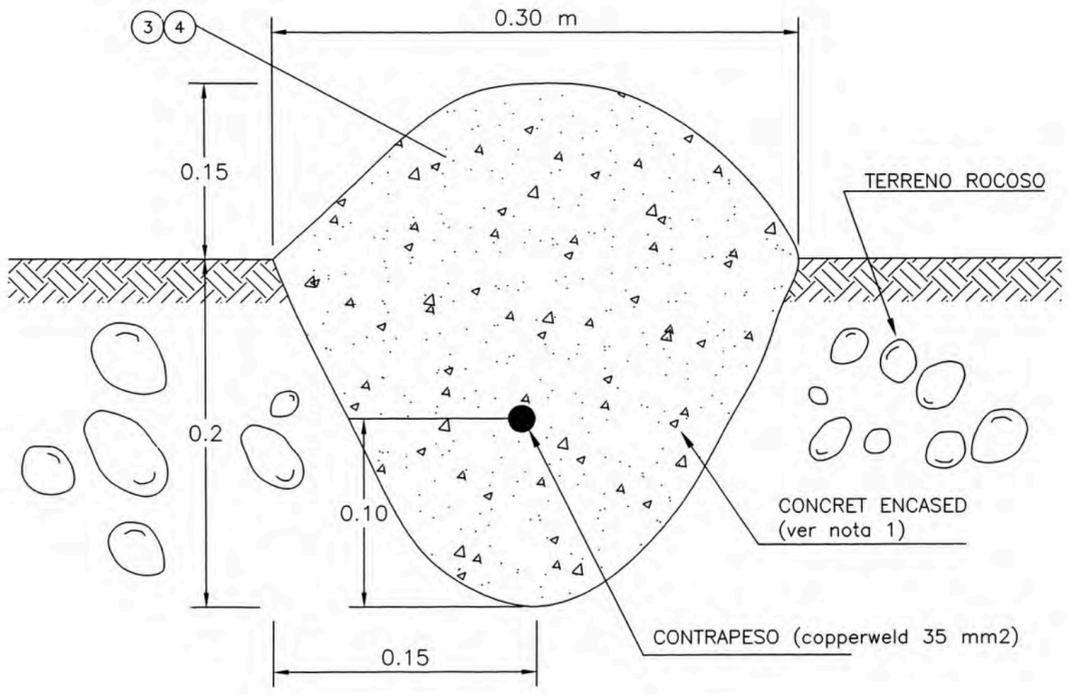
### ZONA NO TRANSITADA (Rmáx.=25 ohmios)

TIPO DE ESTRUCTURA	RESISTIVIDAD DEL TERRENO (OHM-M)	TIPO DE DISPOSICION	DIMENSIONES	HIDROSOLTA	CONECTOR DE BRONCE
		R = 25 Ω	L (m)	Bolsa (15 kg.)	Und.
BIPOSTE Y TRIPOSTE	≤ 400	C1	5	2	3
	Entre 401 y 700	C2	10	4	3
	Entre 701 y 950	C3	15	5	3
	Entre 951 y 1200	C4	20	7	3
	Entre 1201 y 1700	C5	30	10	3
	Entre 1701 y 2150	C6	40	14	3
	Entre 2151 y 2600	C7	50	17	3
	Entre 2601 y 4000	C8	2x30	20	3
	Entre 2151 y 2600	C9	2x35	24	3

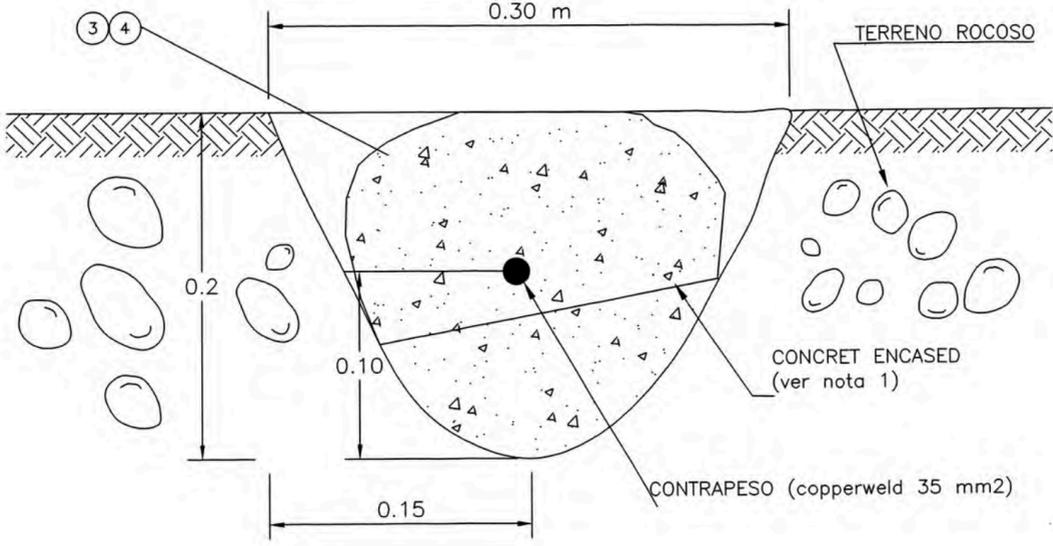
NOTA EN DISPOSICION "C" CON TRES POSTES SE AÑADIRA UN CONECTOR ADICIONAL

PLANO 06

# CAMBIO DE DISEÑO DE INSTALACION DE PAT TIPO D Y C



**ANTES**

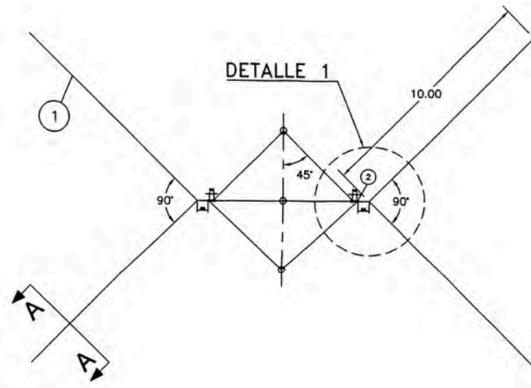


**NUEVO DISEÑO**

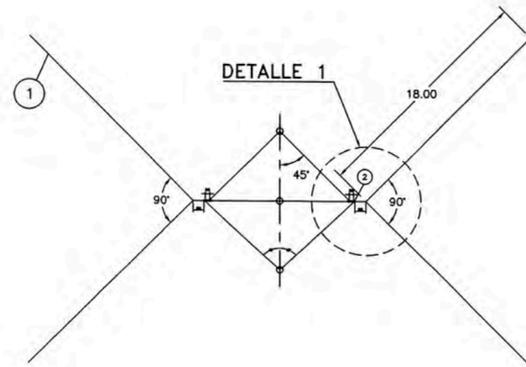
PLANO 07

# PAT - TIPO "DP Y EP"

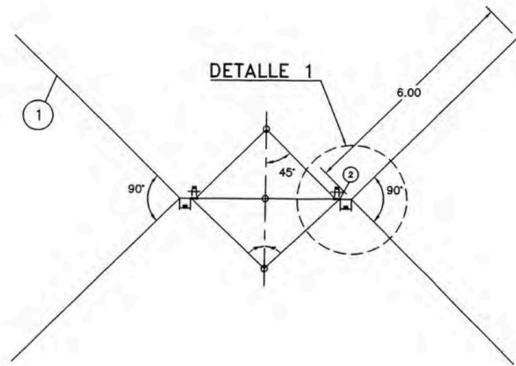
DISPOSICION TIPO "EP"



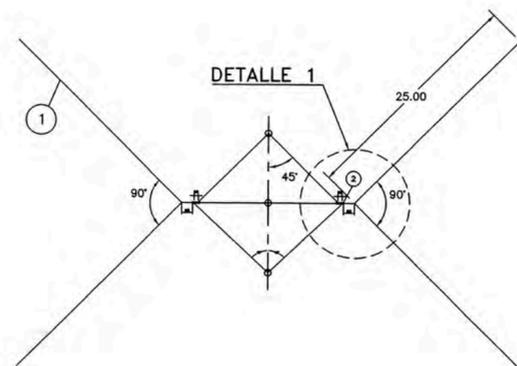
DISPOSICION TIPO "DP7"



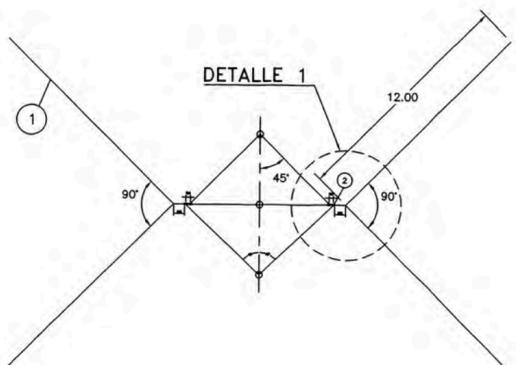
DISPOSICION TIPO "DP5"



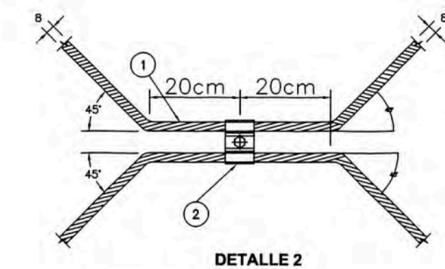
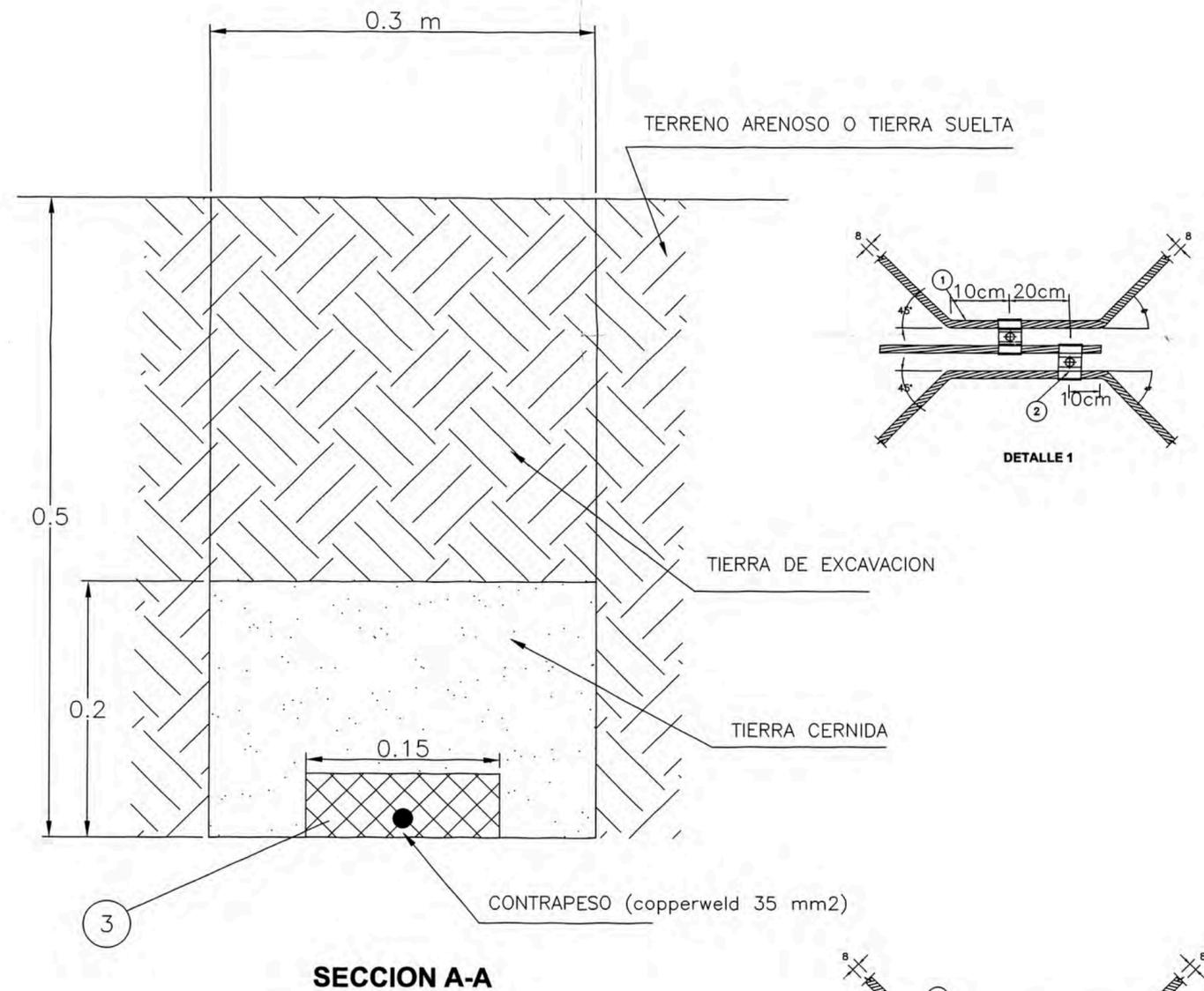
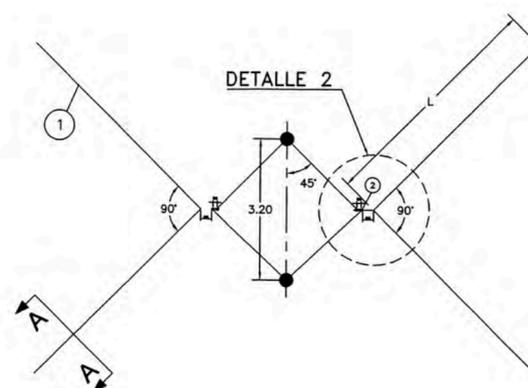
DISPOSICION TIPO "DP8"



DISPOSICION TIPO "DP6"



DISPOSICION TIPO "EP" BIPOSTE



RELACION DE MATERIALES

TIPO DE ESTRUCTURA	RESISTIVIDAD DEL TERRENO (OHM-M)	RESISTENCIA PROMEDIO	DIMENSIONES	
		R = 45Ω	L (m)	L TOTAL (m)
BIPOSTE Y TRIPOSTE	Con Pararrayos	EP	10	70
	Entre 2600 y 5000	DP5	6	54
	Entre 5001 y 10000	DP6	12	78
	Entre 10001 y 15000	DP7	18	102
	Mayor a 15000	DP8	25	130

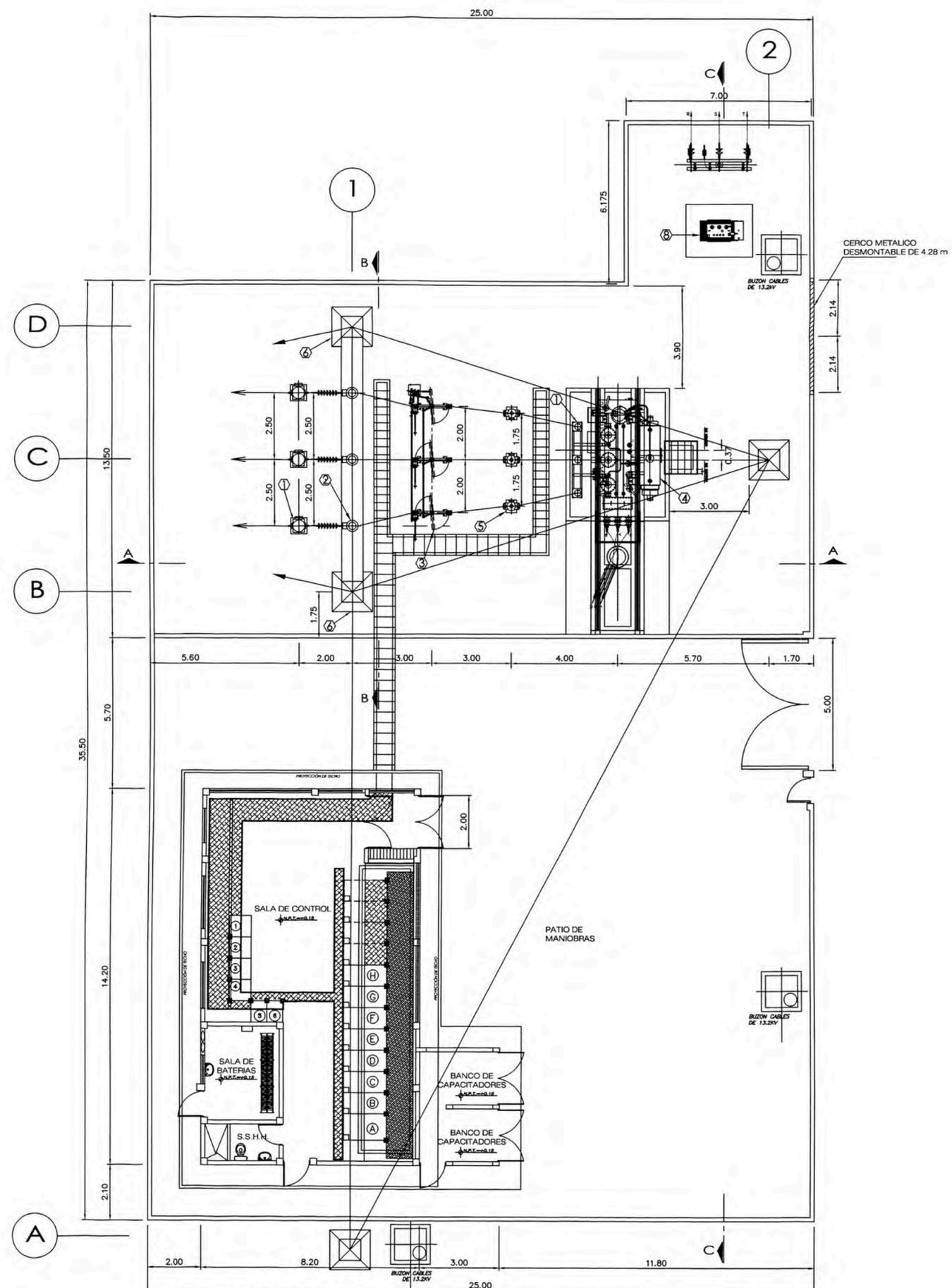
	DESCRIPCION	UNID.	EP	DP5	DP6	DP7	DP8
①	CONDUCTOR COPPERWELD DE 35 MM2	m	De acuerdo al tipo de Armado				
②	CONECTOR DE BRONCE VIAS PARALELAS	u	4	4	4	4	4
③	SUELO ARTIFICIAL FAVIGEL	dosis	11	9	13	16	20

Nota 1: El suelo artificial Favigel de debe mezclar con agua y formar una masa que debe instalarse en el contrapeso

La combinacion de una bolsa de favigel con 4 galones de agua rinde para 7 metros de contrapeso

Nota 2: En las estructuras que se instale pararrayos de linea se instalara la puesta tierra tipo EP4

PLANO 08



PLANTA

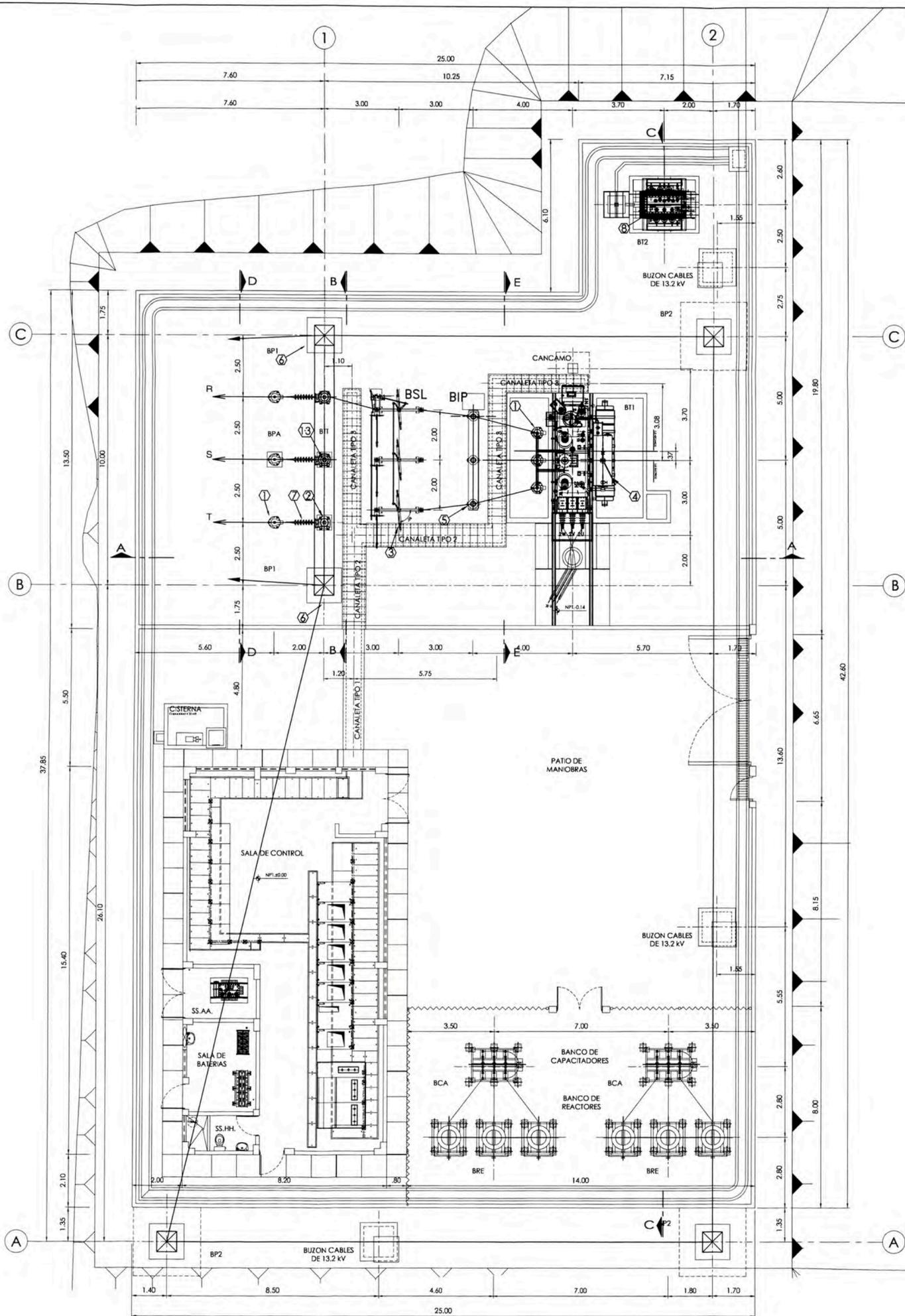
LEYENDA		
EQUIPOS EN 66 kV		
ITEM	DESCRIPCION	CANT.
①	PARARRAYOS 66 kV	6
②	TRANSFORMADOR DE TENSION 66 kV	3
③	SECCIONADOR DE LINEA 66 kV	1
④	TRANSFORMADOR DE POTENCIA 66/13.2 kV-10MVA	1
⑤	INTERRUPTOR TRIPOLAR 66 kV	1
⑥	PORTICO EN 66 kV	
	COLUMNAS 12.5 m VIGAS 10 m	4 1
⑦	CADENA DE AISLADORES 66 kV	3
EQUIPOS EN 22.9 kV		
⑧	TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCION 22.9±2 x 2.5%/13.2 - 1.5MVA	1
⑨	PARARRAYOS 21kV; 17kV (COV)	3
⑩	SECCIONADOR FUSIBLE CUT OUT 100A, 170kV BIL	3
⑪	CABLE DE POTENCIA UNIPOLAR N2XSY 18/30 kV DE 50mm <sup>2</sup>	45
EQUIPOS EN 13.2 kV		
⑫	CABLE DE POTENCIA UNIPOLAR N2XSY 8.7/15 kV DE 25mm <sup>2</sup>	150

DISTANCIAS MINIMAS DE SEGURIDAD DE ACUERDO A PUBLICACION IEC 60071-2			
DESCRIPCION	DISTANCIA MINIMA (mm)		
	66kV	22.9kV	13.2kV
FASE - FASE	1100	320	220
FASE - TIERRA	2600	320	220

NOTAS:  
1.- TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN DADAS EN METROS A MENOS QUE SE INDIQUE OTRA UNIDAD

PLANOS DE REFERENCIA:  
SE-PU-106 DISPOSICION DE EQUIPOS 66kV - CORTES  
SE-PU-109 SISTEMA DE ILUMINACION Y FUERZA EXTERIOR  
SE-PU-114 MALLA DE TIERRA PROFUNDA  
SE-PU-116 DETALLE DE ENSAMBLE DE CADENA DE AISLADORES Y CABLE DE GUARDA 66kV

PLANO 09



LEYENDA		
EQUIPOS EN 66 kV		
ITEM	DESCRIPCION	CANT.
1	PARARRAYOS 66 kV	6
2	TRANSFORMADOR DE TENSION 66 kV	3
3	SECCIONADOR DE LINEA 66 kV	1
4	TRANSFORMADOR DE POTENCIA 66±10x1% 13.2/4.16 KV 10/10/2.5 MVA(ONAN) 12.5/12.5/3 MVA (ONAF)	1
5	INTERRUPTOR TRIPOLAR 66 kV	1
6	PORTICO EN 66 kV	COLUMNAS 12.5 m VIGAS 10 m
7	CADENA DE AISLADORES 66 kV	3
13	TRAMPA DE ONDA	2
EQUIPOS EN 22.9 kV		
8	TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCION 22.9±2 x 2.5%/13.2 - 2 MVA	1
9	PARARRAYOS 21kV; 17kV (COV)	6
10	SECCIONADOR FUSIBLE CUT OUT 100A, 170kV BIL	3
11	CABLE DE POTENCIA UNIPOLAR N2XSY 18/30 kV DE 50mm <sup>2</sup>	105.00
EQUIPOS EN 13.2 kV		
12	CABLE DE POTENCIA UNIPOLAR N2XSY 12/20 kV DE 50mm <sup>2</sup>	438.00

DESCRIPCION	DISTANCIA MINIMA (mm)		
	66kV	22.9kV	13.2kV
FASE - FASE	1100	320	220
FASE - TIERRA	1100	320	220

NOTAS:  
1.- TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN DADAS EN METROS A MENOS QUE SE INDIQUE OTRA UNIDAD

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] Gaudencio Zappetti Júdez, "Redes Eléctricas de Alta y baja Tensión", Barcelona, 1972 (Quinta Edición)
- [2] Leland Blank - Antony Tarquin, "Ingeniería Económica", University of Texas, Colombia, 2000 (Cuarta Edición)
- [3] Universidad La Católica, "Planeamiento de Proyectos con MS Project", Lima, 2012
- [4] Ministerio de Energía y Minas, "Código Nacional de Electricidad, Suministro", Lima, 2011
- [5] OSCE, "Manual de Contrataciones de Obras Públicas", Lima, 2012
- [6] Bertelsen, "Lean Construction As An Integred Production", Singapure, 2001  
<http://cic.vtt.fi/lean/singapore/Bertelsen.doc>