

# **UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**

## **FACULTAD DE INGENIERIA MECÁNICA**



### **“SISTEMA DE UTILIZACIÓN EN 22,9 kV PARA TIERRAS NUEVAS DEL PROYECTO DE IRRIGACIÓN OLMOS, UTILIZANDO METODOLOGÍA LAST PLANNER”**

#### **INFORME DE SUFICIENCIA**

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

**TONY DE PAZ ALDAVE**

**PROMOCIÓN 2010- I**

**LIMA-PERÚ**

**2014**

## ÍNDICE

### CAPITULO 1

INTRODUCCIÓN.....	3
1.1. ANTECEDENTES.....	3
1.2. OBJETIVOS.....	5
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	6
1.4. ALCANCES.....	7
1.5. LIMITACIONES.....	7

### CAPÍTULO 2

FUNDAMENTO TEÓRICO.....	8
2.1. MEMORIA DESCRIPTIVA.....	8
2.1.1. Condiciones Generales de Diseño.....	8
2.1.2. Aspectos Generales.....	8
2.1.2.1. Objetivo.....	8
2.1.2.2. Antecedentes del Proyecto.....	9
2.1.2.3. Fuentes de Información.....	9
2.1.2.4. Alcances del Sistema de Utilización en 22,9 kV.....	10
2.1.2.5. Estudios De Demanda Máxima.....	11
2.1.3. Descripción del Proyecto.....	13
2.1.3.1. Concepción General.....	13
2.1.3.2. Sistema Proyectado.....	14
2.1.3.3. La caseta de celdas de 22,9 kV.....	14

2.1.3.4.	Las Redes Proyectadas de los 3 Circuitos.....	15
2.1.3.5.	Sub Estaciones Aéreas Monoposte (SAM) de 7,5 kVA y 15 kVA...	16
2.1.3.6.	Poste de Medición a la Intemperie (P.M.I.) .....	16
2.1.3.7.	Transformadores.....	17
2.1.3.8.	Bases de Cálculo .....	17
2.1.3.9.	Normas Aplicables .....	18
2.1.3.10.	Disposiciones para la Construcción del Proyecto.....	18
2.2.	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA EL SUMINISTRO DE MATERIALES .....	19
2.2.1.	Cables Subterráneos Tipo N2XSY - 18/30 kV .....	19
2.2.2.	Especificaciones para las Redes Aéreas.....	22
2.2.2.1.	Conductores de aleación de aluminio (AAAC) sin grasa.....	22
2.2.3.	Postes de Concreto .....	25
2.2.4.	Accesorios de Concreto.....	26
2.2.4.1.	Cruceta Asimétrica C.A.V. ....	27
2.2.4.2.	Cruceta de Madera .....	27
2.2.4.3.	Ménsula.....	28
2.2.4.4.	Media Palomilla .....	28
2.2.4.5.	Media Losa.....	29
2.2.5.	Estructura del Punto de Medición a la intemperie (P.M.I.) .....	30
2.2.6.	Estructura de la subestación monoposte (S.A.M.) de 7,5 kVA y 15 kVA	

2.2.7.	Aisladores .....	32
2.2.7.1.	Aisladores tipo PIN.....	32
2.2.7.2.	Ferretería para aisladores tipo PIN.....	34
2.2.7.3.	Aisladores de Suspensión Poliméricos.....	35
2.2.7.4.	Accesorios para aisladores de Suspensión.....	37
2.2.8.	Retenidas.....	38
2.2.8.1.	Cable de acero grado Siemens Martin para retenidas.....	38
2.2.8.2.	Varilla de anclaje.....	38
2.2.8.3.	Arandela cuadrada para anclaje.....	39
2.2.8.4.	Mordaza preformada.....	39
2.2.8.5.	Perno angular con ojal guardacabo.....	39
2.2.8.6.	Bloque de anclaje.....	39
2.2.9.	Transformadores de 7,5 KVA y 15 KVA.....	40
2.2.9.1.	Características de los Transformadores.....	40
2.2.9.2.	Tablero de distribución monofásico 220 V .....	43
2.2.10.	Elementos de Protección.....	44
2.2.10.1.	Cortacircuitos Fusibles .....	44
2.2.10.2.	Seccionadores Unipolares Aéreos.....	44
2.2.10.3.	Pararrayos .....	45
2.2.11.	Reconectador Automático (RECLOSER).....	46
2.2.12.	Materiales para Puesta a Tierra (PAT).....	51
2.2.12.1.	Normas aplicables .....	51



2.2.12.2.	Características de Materiales para Pozos a Tierra.....	52
2.3.	PROCESOS CONSTRUCTIVOS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MONTAJE DE EQUIPO DEL SISTEMA DE UTILIZACIÓN EN 22,9 kV PARA TIERRAS NUEVAS DEL PROYECTO IRRIGACIÓN OLMOS. ....	55
2.3.1.	Replanteo Topográfico .....	55
2.3.2.	Descarga de Postes de Concreto.....	56
2.3.3.	Descarga de accesorios de Concreto .....	57
2.3.4.	Traslado de postes y accesorios de concreto.....	57
2.3.4.1.	Traslado de postes a punto de izaje.....	57
2.3.4.2.	Traslado de accesorios de concreto a punto de izaje.....	58
2.3.5.	Instalaciones de Estructuras .....	58
2.3.5.1.	Solado para cimentación de postes de concreto .....	58
2.3.5.2.	Excavación de hoyos para Cimentación de Postes. ....	59
2.3.6.	Instalación de accesorios de concreto de postes .....	60
2.3.7.	Izaje de postes de concreto.....	61
2.3.8.	Excavación de hoyos para retenidas .....	62
2.3.9.	Instalación de retenidas.....	63
2.3.10.	Instalación de Aisladores y Ferretería en postes.....	64
2.3.11.	Pretendido de Conductor aéreo desnudo en media tensión por terna.....	65
2.3.12.	Tendido y Puesta en flecha del Conductor aéreo desnudo en media tensión por terna .....	66
2.3.13.	Excavación de hoyos para Pozos a Tierra tipo 1 y tipo 2.....	68

2.3.13.1.	Pozo a Tierra tipo1 .....	68
2.3.13.2.	Pozo a Tierra tipo 2 .....	68
2.3.14.	Instalación de Pozos a Tierra del tipo 1 y tipo 2 .....	70
2.3.15.	Montaje de Subestaciones Monopostes .....	71
2.3.16.	Montaje de Postes de Medición a la Intemperie (P.M.I.) .....	73
2.3.17.	Pruebas y Puesta en Marcha .....	74
2.4.	METODOLOGÍA LAST PLANNER SYSTEM (SISTEMA DEL ULTIMO PLANIFICADOR) .....	75
2.4.1.	Definición. ....	75
2.4.2.	Elementos del Sistema del Ultimo Planificador.....	77
2.4.2.1.	Cronograma o Programa Maestro.....	77
2.4.2.2.	Lookahead (Planificación Intermedia) .....	78
2.4.2.3.	Revisar la Secuencia y Orden de las Actividades y Desarrollar Detalladamente los Métodos de Ejecución.....	82
2.4.2.4.	Balance de Carga de Trabajo y Capacidad.....	82
2.4.2.5.	Sistema de Arrastre (Pull) .....	83
2.4.2.6.	Análisis de las Restricciones .....	83
2.4.2.7.	Inventario de Trabajo Ejecutable (ITE) .....	87
2.4.2.8.	Planificación Semanal (Plan de Trabajo Semanal) .....	88
2.4.2.9.	Análisis de la Confiabilidad de la Planificación .....	90
2.4.3.	Comparación del Modelo Tradicional de Planificación y el Modelo Last Planner. 92	

2.4.4. Sistema Last Planner: Visión Global .....	97
--	----

### CAPITULO 3

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE UTILIZACIÓN EN 22, 9 kV PARA TIERRAS NUEVAS DEL PROYECTO IRRIGACIÓN OLMOS APLICANDO LA METODOLOGIA LAST PLANNER.....	100
3.1. SISTEMA TRADICIONAL DE GESTIÓN .....	100
3.2. DESCRIPCIÓN DE LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA LAST PLANNER PARA EL SISTEMA DE UTILIZACIÓN EN 22,9 kV PARA TIERRAS NUEVAS DEL PROYECTO IRRIGACIÓN OLMOS .....	103
3.2.1. Inducción.....	104
3.2.1.1. Objetivos.....	104
3.2.1.2. Situación del proyecto:.....	105
3.2.1.3. Cambio de pensamiento .....	106
3.2.2. Metodología del Sistema Last Planner.....	106
A. Descripción de actividades.....	109
B. Secuencia de Actividades: .....	110
C. Sectorización .....	112
D. Dimensionamiento de Cuadrillas .....	113
E. Tren de Actividades.....	113
F. Análisis de Restricciones .....	114
G. LOOKAHEAD (Programación 04 Semanas) .....	125
H. Programación Semanal.....	125

I.	Análisis de Porcentaje de Plan Cumplido .....	126
3.2.3.	Composición de los Recursos Humanos por Actividades .....	131
3.2.4.	Composición de los Equipos por Actividades .....	132
CAPITULO 4		
IDENTIFICACIÓN DE RESTRICCIONES E INCERTIDUMBRES .....		133
4.1.	IDENTIFICACIÓN DE RESTRICCIONES E INCERTIDUMBRES VARIABLES NO VERIFICADAS AL INICIO DE OBRA DEL SISTEMA DE UTILIZACIÓN EN 22,9 kV .....	133
4.1.1.	La falta de disponibilidad de Postes de concreto en stock por parte de los proveedores.....	133
4.1.2.	La falta de disponibilidad de Conductores de Aluminio en stock por parte de los proveedores .....	134
4.1.3.	Variabilidad en el recorrido de tramos de Línea Eléctrica de Media Tensión	135
4.1.4.	La falta de espacio para avance de construcción de Línea de Media Tensión	136
4.1.5.	Interferencia con trabajos ejecutados por otras Especialidades .....	136
4.1.6.	La falta de insumos para realización de actividades de construcción de Línea de Media Tensión.....	137
4.1.7.	Supervisión y liberación de suministro de materiales después de Pruebas en Fábrica.....	138
4.1.8.	Falta de Disponibilidad de Equipos de Izaje de características especiales.....	139

4.1.9. Falta de Disponibilidad de Operadores de Equipos de Izaje Calificados y Certificados.....	140
CAPITULO 5	
DESARROLLO DE MEJORA DE RESTRICCIONES, INCERTIDUMBRES Y COSTOS DEL SISTEMA DE UTILIZACIÓN EN 22,9 kV .....	
142	
5.1. MEJORA DE RESTRICCIONES, INCERTIDUMBRES CON EL USO DE LA METODOLOGIA LAST PLANNER.....	142
5.2. DETERMINACIÓN DE COSTOS DEL SISTEMA DE UTILIZACIÓN EN 22,9 kV PARA TIERRAS NUEVAS DEL PROYECTO IRRIGACIÓN OLMOS...	143
5.2.1. Costo Global del Proyecto Irrigación Olmos .....	143
5.2.2. Costo del Sistema de Utilización en 22,9 kV para Tierras Nuevas..	143
5.3. BENEFICIOS OBTENIDOS CON LA IMPLEMENTACION DE LA METODOLOGÍA LAST PLANNER APLICADO AL SISTEMA DE UTILIZACION EN 22,9 kV PARA TIERRAS NUEVAS DEL PROYECTO IRRIGACIÓN OLMOS	144
5.3.1. Beneficios en Tiempo .....	144
5.3.2. Beneficios en Costos .....	145
CONCLUSIONES .....	147
RECOMENDACIONES.....	149
BIBLIOGRAFÍA .....	150
PLANOS.....	151
APENDICE.....	152

## **Dedicatoria**

El presente trabajo se lo dedico a Dios y a mis padres por su apoyo y fuerzas necesarias para poder culminar unas de mis metas trazadas que es de obtener el Título Profesional.

## **Agradecimiento**

El agradecimiento del presente trabajo es para mis padres, mi Facultad de Ingeniería Mecánica por brindarme los conocimientos técnicos necesarios, mi asesor el Ing. Gregorio Aguilar Robles y mis amigos Ing. Alfredo Vilchez Saldivar y Alberto Gonzales por brindarme la asesoría técnica e información para elaborar este trabajo.

## PRÓLOGO

El presente informe detalla la aplicación de la Metodología Last Planner, Ultimo Planificador, en el Sistema de Utilización en 22,9 kV para Tierras Nuevas, valle que está conformado por hectáreas de tierras que se van a servir para la agricultura, ganadería y generación de biocombustible, del Proyecto de Irrigación Olmos.

Vamos a identificar e implementar los procedimientos de esta metodología para obtener resultados en mejora de tiempo y costos en el Sistema de Utilización en 22,9 kV para Tierras Nuevas del Proyecto de Irrigación Olmos.

Debido al crecimiento económico de nuestro país, la demanda de energía eléctrica para abastecer nuevos proyectos es muy alta, debido a esto los proyectos de electrificación están aumentando; la metodología tradicional que se usa en la construcción de una nueva línea eléctrica está basada en un cronograma de obra (Diagrama de Gantt) que tiene algunas desventajas frente a la metodología Last Planner.

Para poder detallar dichos lineamientos lo dividimos en cinco capítulos.

**Capítulo 1:** Detallamos la introducción, resumimos los antecedentes, justificación, objetivos, alcances y limitaciones de la aplicación de la metodología Last Planner en el Sistema de Utilización en 22,9 kV para Tierras Nuevas del Proyecto de Irrigación Olmos.

**Capítulo 2:** Detallamos el Marco Teórico, donde describimos memoria descriptiva, especificaciones técnicas de materiales, procesos constructivos y especificaciones



técnicas de montaje, definición de la metodología Last Planner , elementos de este sistema y las ventajas y desventajas del uso de este sistema.

**Capítulo 3:** Describimos en forma breve Sistema tradicional de Seguimiento y Gestión de obra, para luego describir en mayor detalle la aplicación de la metodología Last Planner en el Sistema de Utilización en 22,9 kV para Tierras Nuevas del Proyecto de Irrigación Olmos.

**Capítulo 4:** Identificamos las restricciones e incertidumbres variables no verificadas al Inicio de Obra. Detallamos las principales restricciones, explicamos y detallamos las consecuencias que implican estas durante la construcción de la línea eléctrica.

**Capítulo 5:** Presentamos la mejora de restricciones e incertidumbres, así como el análisis económico del Sistema de Utilización en 22,9 kV para Tierras Nuevas del Proyecto de Irrigación Olmos.

**Conclusiones y Recomendaciones,** donde presentamos los beneficios que se obtuvieron con la aplicación de la metodología Last Planner, ahorro de costos y tiempo, como un plan piloto en el Sistema de Utilización en 22,9 kV para Tierras Nuevas del Proyecto de Irrigación Olmos y para futuras obras de esta misma característica.

## CAPITULO 1

### INTRODUCCIÓN

#### 1.1. ANTECEDENTES

En 1924, durante el gobierno del presidente Leguía, el Ing. Charles Sutton propuso el gran Proyecto de Irrigación Olmos. Sutton y luego el Ferreñafano, Manuel Mesones, sentaron las bases para el desarrollo rural de Lambayeque, al proponer el trasvase de las aguas del río Huancabamba de la vertiente del Atlántico a la vertiente del Pacífico a través de un túnel trasandino, para la irrigación de las tierras de Olmos. Posteriormente con los estudios de los Ing. Antúnez de Mayolo y Lisandro Mercado el Proyecto se convirtió en el Proyecto de Irrigación e Hidroenergético Olmos.

Durante el Gobierno de Velasco, dos empresas soviéticas realizan un Estudio Definitivo considerado como la piedra angular de la viabilidad del proyecto. Las obras del túnel trasandino se inician a finales de los 1970s pero se detienen por falta de fondos.

Finalmente, con el presidente Toledo y presidente regional de Lambayeque, Yehude Simon, el proyecto se puso en concurso público internacional. El 22 de Julio de 2004 el Gobierno Peruano, a través del Gobierno Regional de Lambayeque (GRL) subscribieron el Contrato de Concesión para el componente de Trasvase con la empresa Concesionaria Trasvase Olmos.

El 15 de Octubre de 2010, el Gobierno Regional de Lambayeque suscribió el contrato de compensación económica del componente hidroenergético del Proyecto Olmos con la empresa Sindicato Energético S.A. (SINERSA).

El 11 de Junio de 2010, con la presencia del presidente Alan García Pérez y la presidenta de la Región Nery Saldarriaga, el GRL firmó contrato de

Concesión con H2Olmos S.A. para la concesión del componente de "PROYECTO DE IRRIGACION OLMOS".

El Gobierno Regional de Lambayeque junto al Proyecto Especial Olmos Tinajones, con el apoyo del Gobierno Nacional impulsaron el desarrollo integral del Proyecto, vía procesos de concesión.

El Proyecto Olmos, fue concebido hace casi 90 años, pero su potencial fue plasmado en estudios definitivos que fueron realizados en la década del 70, y en el año 2003 el Gobierno Regional de Lambayeque junto al Gobierno Nacional, tomaron la decisión política de ejecutarlo a través de concesiones a empresas privadas.

Mediante R.S. N. 124-2003-EF, se ratifica el acuerdo adoptado por PROINVERSION, mediante el cual se aprobó un nuevo Plan de Promoción para la Concesión del Proyecto Trasvase Olmos, reiniciando el concurso el 04 de junio de 2003, iniciando así la ejecución del Proyecto Olmos vía concesiones.

- **Primer Componente:** Trasvase de Agua: Este componente fue adjudicado a Concesionaria Trasvase Olmos en el 2004.
- **Segundo Componente:** Producción de Energía Eléctrica: El 15 de Octubre de 2010 el GRL firmó contrato de Concesión con Sindicato Energético S.A. (SINERSA).
- **Tercer Componente:** Producción Agrícola: El 11 de junio de 2010 el GRL firmó contrato de Concesión con H2Olmos S.A.

El Sistema de Utilización en 22,9 kV para Tierras Nuevas de Proyecto Irrigación Olmos, se inició el día lunes 08 de Julio de 2013. Dicho Sistema de

Utilización proporcionará de energía eléctrica a los 51 Lotes comprendidos en la zona llamada Tierras Nuevas del Proyecto de Irrigación Olmos ubicada en el Distrito de Olmos, Provincia y Departamento de Lambayeque, cuya máxima demanda es de 7,1 MW (para los 5 primeros años de iniciado el abastecimiento de agua) y con una máxima demandan de 17 MW hasta el año 2032; este tenía un Cronograma de ejecución Inicial de 162 días hábiles (Inicial hasta el 27 de Febrero de 2013), equivalente a 07 meses de Obra.

## **1.2. OBJETIVOS**

### **OBJETIVO PRINCIPAL**

Aplicar adecuadamente de manera didáctica la Metodología Last Planner para llevar el control y planificación de avance de trabajos en el Sistema de Utilización en 22,9 kV para Tierras Nuevas, valle conformado por 40 hectáreas de tierras áridas, del Proyecto de Irrigación Olmos y mostrar los beneficios que podemos lograr con esta Metodología.

### **OBJETIVO SECUNDARIO**

- Conocer la teoría Lean Construction y sus componentes en que se basa el Sistema del Ultimo Planificador (Last Planner System).
- Presentar los elementos que conforman la metodología Last Planner e implementarlos, mediante el apoyo de formatos, para el control y planificación en nuestro proyecto eléctrico.
- Cuantificar los resultados obtenidos de la implementación piloto y ver los beneficios de ahorro de tiempo y costos que se obtuvieron en su implementación.

### 1.3. JUSTIFICACIÓN

La Constructora, Odebrecht Perú Ingeniería y Construcción SAC., por encargo de la Concesionaria H2Olmos S.A. del grupo Norberto Odebrecht. Tiene la responsabilidad de construir e implementar el "PROYECTO DE IRRIGACION OLMOS" Como Proyecto Llave en Mano. El proyecto tiene como fin suministrar agua de riego a los propietarios de los terrenos subastados. El agua que la Concesionaria H2Olmos suministrara a los usuarios, será Medido y Controlado de acuerdo a los estándares que las empresas fiscalizadoras del agua exigen. Para ello se requiere que el agua cuente con determinadas características de Presión y Caudal.

Debido a que la zona de Operación es extendida a lo largo de 45 hectáreas, y se cuenta con 60 cámaras de entrega (7 en Valle Viejo, 2 en Santo Domingo, 25 en ramal sur y 26 en ramal norte, estos ramales conforman el valle de Tierras Nuevas), cuatro puntos de operación de compuertas y ataguías (Bocatoma - Desarenador Juliana, Bocatoma Miraflores, Desarenador Miraflores, y Embalse Palo Verde). Que debe ser monitoreado y controlado. Las 24 Horas del día, durante los 360 días del año, por lo que es necesario contar con una Sala Central de Control y equipamiento que pueda cumplir con los requerimientos de operación del Proyecto. Por tanto se requiere contar con un Sistema de Monitoreo, Control y Operación Automático, por esto se tiene la necesidad de llevar energía eléctrica para energizar el sistema de control y esto será por medio del Sistema de Utilización en 22,9 kV Tierras Nuevas del Proyecto de Irrigación Olmos.

#### **1.4. ALCANCES**

En el Presente Informe se detalla los lineamientos para poder implementar el Sistema Last Planner para el Sistema de Utilización en 22,9 kV para la poligonal de Tierras Nuevas del Proyecto de Irrigación Olmos.

#### **1.5. LIMITACIONES**

Como describimos en el punto 1.3, Justificación, se tiene que energizar las 60 cámaras de entrega para el sistema de automatización, monitoreo y control como para los Puntos de Medición a la Intemperie (PMI) de los clientes.

En el presente informe solo describiremos el uso de la metodología Last Planner en el Sistema de Utilización en 22,9 kV Tierras Nuevas, la cual brindara energía eléctrica a 51 cámaras de entrega (25 en ramal sur y 26 en ramal norte) para el control y automatización, las otras cámaras (9) se alimentaran mediante la Línea Eléctrica en Media Tensión 22,9 kV Bocatoma Juliana.

También esta línea alimentara a los 51 lotes que abarca la zona de Tierras Nuevas.

No se presenta la ingeniería de Detalle ni la memoria de cálculo de los equipos y materiales usados en el Sistema de Utilización, debido a que es un Proyecto en curso y por protección al Propietarios, se restringe alguna Información, mostrando los detalles y planos en forma didáctica.

## **CAPÍTULO 2**

### **FUNDAMENTO TEÓRICO**

#### **2.1. MEMORIA DESCRIPTIVA**

##### **2.1.1. Condiciones Generales de Diseño**

En el presente Diseño se ha tenido en cuenta la reglamentación y/o disposición del:

- Código Nacional de Electricidad Suministro 2011.
- Normas de la D.G.E. del M.E.M.
- Normas Internacionales.
- Normas de la Concesionaria ELECTRONORTE S.A.

##### **2.1.2. Aspectos Generales**

###### **2.1.2.1. Objetivo**

El presente estudio comprende el desarrollo de la Ingeniería de Proyecto del Sistema de Utilización en 22,9 kV para abastecer una demanda de 7,1 MW, mediante 3 circuitos con una longitud de línea total de 69,5 km, durante los 5 años siguientes de puesto en operación esta línea eléctrica, que proporcionará el suministro de energía eléctrica a los 51 Lotes comprendidos en la zona de Tierras Nuevas del Proyecto de Irrigación Olmos ubicada en el Departamento de Lambayeque.

### **2.1.2.2. Antecedentes del Proyecto**

La Irrigación Olmos contempla el uso de las tecnologías modernas de riego y en procesos agroindustriales futuros, esto es el uso eficiente de procedimientos de riego automatizado y de la operación del equipamiento y maquinarias utilizadas en los procesos productivos a instalarse en los Lotes comprendidos en el Proyecto de Irrigación Olmos.

El concepto antes expuesto comprende entonces la necesidad de disponer una fuente de alimentación con la suficiente capacidad para atender la máxima demanda eléctrica de 7,1 MW de los Lotes que comprenden la zona de Tierras Nuevas. Para tal fin es que se diseña el presente proyecto del Sistema de Utilización en 22,9 kV compuesta por 3 circuitos con una longitud de línea total de 69,5 km, conforme a lo establecido en los documentos contractuales.

### **2.1.2.3. Fuentes de Información**

El presente proyecto se ha desarrollado a partir de los documentos contractuales, donde se define la una carga estimada de 175 kW/1000 Ha para los Lotes.

El Diseño se ha realizado conforme a las disposiciones establecidas por el Sector Energía y Minas, el Código Nacional de Electricidad, las normativas de la concesión que tiene Electronorte S.A y otras Normas.



#### **2.1.2.4. Alcances del Sistema de Utilización en 22,9 kV**

El diseño de las Líneas de Media Tensión comprende 3 Circuitos en 22,9 kV con una longitud de línea total de 69,5 km y el trazado de su recorrido; así mismo, la ubicación de los postes de concreto armado de las líneas aéreas, el cálculo de los conductores eléctricos, la conexión y salida desde las celdas de 22,9 kV que estarán disponibles en la futura Subestación "Tierras Nuevas" y la selección de los armados y del equipamiento eléctrico con sus correspondientes especificaciones técnicas.

Además de lo anterior, se están fijando los puntos de medición de la energía eléctrica donde se inicia el suministro a cada Usuario final y estará fijado en un lugar cercano a las Cámaras de Válvulas de Riego. Dichos puntos llamados "PMI" están conformados por un poste en donde sólo se instalarán pararrayos y Seccionadores Unipolares "Cut-Outs". El usuario final será quien implemente; los transformadores mixtos de medición, los accesorios y los equipos de medición. Desde allí partirán las instalaciones eléctricas propias de cada usuario a su correspondiente futura subestación, equipos de protección, etc. Se ha previsto además la implementación de Subestaciones Aéreas Monoposte (MRT) de 7,5 kVA y 15 kVA monofásicas, para la alimentación eléctrica a los actuadores eléctricos de las válvulas de agua.

También se ha proyectado los suministros a tres “Áreas de Aprovechamiento Económico (AAE)” que ha previsto el Concesionario “H2OLMOS” para la operación y administración de la Irrigación.

#### **2.1.2.5. Estudios De Demanda Máxima**

Considerando una Tasa Referencial de electrificación por Unidad de Área de 175 kW/ 1000 Ha para las diversas actividades agrícolas, en la tabla 2.1 se evalúa la demanda eléctrica por lote:

NUMERO	LOTE	S (Ha)	f.p.	kW teórico	kVA teórico	kVA asumido
1	A1	1000	0.95	175	184	200
2	A2	1000	0.95	175	184	200
3	A3	1000	0.95	175	184	200
4	A4	1000	0.95	175	184	200
5	A5	1000	0.95	175	184	200
6	A6	1000	0.95	175	184	200
7	A7	1000	0.95	175	184	200
8	A8	1000	0.95	175	184	200
9	A9	1000	0.95	175	184	200
10	A10	1000	0.95	175	184	200
11	A11	1000	0.95	175	184	200
12	A12	1000	0.95	175	184	200
13	A13	1000	0.95	175	184	200
14	A14	1000	0.95	175	184	200
15	A15	1000	0.95	175	184	200
16	A16	1000	0.95	175	184	200
17	A17	1000	0.95	175	184	200
18	A18	1000	0.95	175	184	200
19	A19	1000	0.95	175	184	200
20	A20	1000	0.95	175	184	200
21	B1	1017	0.95	178	187	200
22	B2a	250	0.95	44	46	50
23	B2b	250	0.95	44	46	50
24	B3	1000	0.95	175	184	200
25	B4a	500	0.95	88	92	100
26	B4b	500	0.95	88	92	100
27	B5a	250	0.95	44	46	50
28	B5b	250	0.95	44	46	50
29	B6a	250	0.95	44	46	50
30	B6b	250	0.95	44	46	50
31	B6c	250	0.95	44	46	50
32	B7a	500	0.95	88	92	100
33	B7b	500	0.95	88	92	100
34	B8a	500	0.95	88	92	100
35	B8b	500	0.95	88	92	100
36	B9a	500	0.95	88	92	100
37	B9b	500	0.95	88	92	100
38	B10a	500	0.95	88	92	100
39	B10b	500	0.95	88	92	100
40	B11a	270	0.95	47	50	50
41	B11b	300	0.95	53	55	50
42	B12a	230	0.95	40	42	50
43	B12b	250	0.95	44	46	50
44	C1	1012	0.95	177	186	200
45	C2	1015	0.95	178	187	200
46	C3	1011	0.95	177	186	200
47	C4	1012	0.95	177	186	200
48	C5	1011	0.95	177	186	200
49	C6	1011	0.95	177	186	200
50	C7	1010	0.95	177	186	200
51	C8	1100	0.95	193	203	200
—	AAE	---	0.95	95	100	100
—	AAE	---	0.95	48	50	50
—	AAE	---	0.95	48	50	50
TR. 7.5 kVA	T.A.	39 UND.	0.8	234	293	293
<b>TOTAL</b>				<b>7074</b>	<b>7492</b>	

Tabla N° 2.1: estudio de Demanda Eléctrica por Hectárea de terreno.

### **2.1.3. Descripción del Proyecto**

#### **2.1.3.1. Concepción General**

La energía eléctrica para el Sistema de Utilización en 22,9 kV se tomará desde la Caseta de Celdas en 22,9 kV proyectada, a implementarse dentro de la Subestación "Tierras Nuevas", ubicada en medio de la lotización de la Irrigación Olmos y naciente de los 3 circuitos que conforman el Sistema de Utilización en 22,9 kV.

Desde esa Caseta de Celdas, se tenderán 3 tramos de Líneas Subterráneas con Cables de calibre 120 mm<sup>2</sup> N2XS<sub>Y</sub> 18/30 kV. Estas 3 Líneas comprenden el inicio de los Circuitos: C-1, C-2 y C-3, y tendrán un recorrido dentro de ductos enterrados hasta alcanzar a sus correspondientes primeros Postes y así dar inicio al tendido de cada una de las 3 Líneas Aéreas Trifásicas con conductores de aleación de aluminio 120 mm<sup>2</sup> AAAC y 35 mm<sup>2</sup> AAAC.

En el recorrido de las 3 Líneas, se implementarán Subestaciones Aéreas Monoposte (MRT) de 7,5 kVA y de 15 kVA monofásicas y frente a cada Lote, se derivarán circuitos hacia cada uno de los Postes de Medición a la Intemperie (P.M.I), parcialmente equipado con pararrayos y Cut-Outs, para el futuro uso del propietario final.

### **2.1.3.2. Sistema Proyectado**

El Sistema de Utilización en 22,9 kV proyectado comprende la implementación de:

- La Caseta de Celdas de 22,9 kV.
- Las Redes de los 3 Circuitos en 22,9 kV nominal, trifásicas conformadas por Líneas con Conductores de aleación de aluminio de 120 mm<sup>2</sup> AAAC y parcialmente con cables subterráneos de 120 mm<sup>2</sup> N2XS<sub>Y</sub> 18/30 kV.
- También se han diseñado derivaciones con conductores de 35 mm<sup>2</sup> AAAC (radiales) hacia las Áreas de Aprovechamiento Económico (AAE) asignadas por el Concesionario.

### **2.1.3.3. La caseta de celdas de 22,9 kV**

La Caseta de Celdas tendrán los siguientes componentes:

- Una (01) celda de llegada (IM) de entrada/salida de línea con seccionador de operación bajo carga.
- Una (01) celda de protección (DM2) y doble seccionamiento.
- Una (01) celda de medición (GBC-B) de corriente y tensión.
- Tres (03) celdas de salida (IM) de entrada/salida de línea con seccionador de operación bajo carga.

#### **2.1.3.4. Las Redes Proyectadas de los 3 Circuitos**

Las Líneas serán construidas con los siguientes materiales:

- Postes CAC de 13 m.
- Crucetas CAV simétricas y asimétricas.
- Crucetas de madera tratada.
- Ménsulas CAV.
- Aisladores de Poliméricos tipo Pin 28 kV.
- Aisladores tipo suspensión Poliméricos de goma de silicona de 28 kV.
- 64,8 km de Línea Aérea 3-1x120 mm<sup>2</sup> de Conductor de aluminio cableado desnudo tipo AAAC.
- 4,7 km de línea aérea 3-1x35 mm<sup>2</sup> de Conductor de aluminio cableado desnudo tipo AAAC.
- 240 m de línea 3-1x120 mm<sup>2</sup> de conductor subterráneo tipo N2XSY 18/30 kV
- Retenidas inclinadas simples, dobles y verticales simples.
- Ferretería Galvanizada por inmersión en caliente.
- Puestas a tierra tipo PAT- tipo 01 (horizontal) y PAT- tipo 02 (vertical).
- Las estructuras proyectadas serán las siguientes:
  - Estructuras tipo A-IR.
  - Estructuras tipo A-03.
  - Estructuras tipo A-21.
  - Estructuras tipo A-25.

- Estructuras tipo A-35.
- Estructuras tipo A-37.

#### **2.1.3.5. Sub Estaciones Aéreas Monoposte (SAM) de 7,5 kVA y 15 kVA**

Serán 38 subestaciones monofásicas monoposte y estarán compuestas por los siguientes elementos:

- 01 Postes CAC de 13/400.
- 03 Ménsulas CAV.
- 01 Media palomilla CAV.
- 01 Media losa.
- 01 Pararrayos
- 01 Seccionador Unipolar "Cut-Out"
- 01 Transformador monofásico de 7,5 kVA o de 15 kVA, 13,2/0,23 kV (Uso en sistema MRT)
- 01 Tablero de Distribución monofásico.
- 01 Tablero de Medición.

#### **2.1.3.6. Poste de Medición a la Intemperie (P.M.I.)**

Estarán compuestas por los siguientes elementos:

- 01 Postes CAC de 13/400.
- 03 Ménsulas CAV.
- 01 Cruceta de madera tratada.
- 01 Media palomilla CAV.
- 01 Media losa.

- 03 Pararrayos y 03 Seccionador Unipolar "CutOut".

#### **2.1.3.7. Transformadores**

##### **En la Caseta de Celdas de 22,9 kV**

- 01 Transformador trifásico de 50 kVA, 22,9/ 0,23 kV, 60 Hz, tipo seco.

##### **En las Subestaciones Aéreas Monoposte (S.A.M) de 7,5 kVA y 15 kVA**

- 01 Transformador monofásico de 7,5 kVA ó 15 kVA, 22,9 /0,23 kV (Uso en sistema MRT), en baño en aceite para instalación exterior.

#### **2.1.3.8. Bases de Cálculo**

Parámetros eléctricos de diseño considerados:

- Máxima demanda total (potencia activa): 7,1 MW.
- Potencia Instalada de diseño (potencia aparente): 8 043 kVA.
- Factor de potencia estimado: 0,95.
- Caída de tensión máxima permisible: 5%.
- Potencia de Cortocircuito: 320 MVA
- Tiempo de apertura de la protección: 0,2 s.
- Tensión: 22,9 kV.



### **2.1.3.9. Normas Aplicables**

Las Normas principales que se han tomado en cuenta son las siguientes:

- Código Nacional de Electricidad – Suministro 2011.
- Ley de Concesiones Eléctricas N° 25844 y su Reglamento.
- Norma DGE N°018-2002-EM “Norma de Procedimientos para la Elaboración de Proyectos y Ejecución de Obras en Sistemas de Distribución y Sistemas de Utilización en Media Tensión en Zonas de Concesión de Distribución”.
- Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos DS-020-97-EM.

### **2.1.3.10. Disposiciones para la Construcción del Proyecto**

Los trabajos deberán ser ejecutados de acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones (8 de Junio del 2006), el Código Nacional de Electricidad Suministro 2011 y otros dispositivos vigentes. El ejecutor garantizará todos los trabajos, materiales y equipos que provea, deben de estar de acuerdo a los requerimientos de los Planos y las Especificaciones Técnicas del presente Proyecto.

Se deberá tener en cuenta que las Especificaciones se complementan con los Planos de tal manera que los trabajos se ejecuten totalmente, aunque algunos detalles o definiciones

figuren en uno solo de los dos documentos. Para tal caso la prioridad será de los Planos sobre las Especificaciones en caso de duda.

## **2.2. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA EL SUMINISTRO DE MATERIALES**

Las presentes Especificaciones Técnicas comprenden los Materiales y Equipos que deberán ser suministrados para la implementación del Sistema de Utilización en 22,9 kV para Tierras Nuevas establecidos en este Proyecto.

Se debe hacer notar que por su carácter general no cubren algunos detalles que son propios de cada marca o fabricante; por lo tanto el suministro debe incluir los accesorios, piezas y demás partes que hagan posible la buena instalación y puedan ser operados sin restricción.

### **2.2.1. Cables Subterráneos Tipo N2XS<sub>Y</sub> - 18/30 kV**

#### **Normas a cumplir**

El suministro cumplirá con las últimas versiones de las siguientes normas:

- N.T.P. 370.042: Cables de cobre recocido para uso eléctrico
- N.T.P. 370.050: Cables de energía y de control aislados con material extruido sólido con tensiones hasta  $E_0/E = 18/30$  kV

### **Condiciones ambientales de servicio**

Los cables se instalarán en los sistemas eléctricos de las Empresas de Distribución Norte Centro cuyas características ambientales son las siguientes:

- Temperatura ambiente : -10°C a 40°C
- Humedad relativa : 10% a 95%
- Altura máxima : 4500 m.s.n.m.

### **Condiciones de operación del sistema**

Las características de operación del sistema son las siguientes:

- Nivel de tensión : 22,9 kV
- Frecuencia de servicio : 60 Hz.

### **Pruebas**

Todos los cables que forman parte del suministro serán sometidos durante su fabricación a todas las pruebas, controles, inspecciones o verificaciones prescritas en las normas indicadas en el punto 2, con la finalidad de comprobar que los cables satisfacen las exigencias, previsiones e intenciones del presente documento.

Dentro de los 30 días calendarios siguientes a la firma del contrato, el proveedor alcanzará al propietario la lista de pruebas, controles e inspecciones que deberán ser sometidos los cables.

### Pruebas de rutina de materiales

Serán realizadas utilizando el método de muestreo indicado en la norma N.T.P. 370.050. Las demoras en los plazos de entregas debidas a cables rechazados, no serán consideradas como razones válidas para la justificación de ampliaciones de plazo.

### TABLA DE DATOS TÉCNICOS DE CABLES DE COBRE AISLADO TIPO N2XSY

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR REQUERIDO
<b>1</b>	<b>GENERAL</b>		
	Fabricante		
	Pais de fabricación		
	Norma		N.T.P. 370.050
<b>2</b>	<b>DESIGNACION N2XSY</b>		1 x 120 mm <sup>2</sup>
	Tensión Nominal Eo/E	kV	18/30
	Temperatura máxima a condiciones normales	°C	90
	Temperatura máxima en cortocircuito (5 s. Máximo)	°C	250
<b>3</b>	<b>CONDUCTOR DE FASE</b>		
	Norma		N.T.P. 370.042
	Material		Cobre recocido sin recubrimiento
	Pureza	%	99.9
	Sección nominal	mm <sup>2</sup>	120
	Clase		2
	Número de alambres mínimos	N°	37
	Densidad a 20 °C	gr/cm <sup>3</sup>	8.89
	Resistividad eléctrica a 20 °C	Ωmm <sup>2</sup> /m	0.017241
	Resistencia eléctrica máxima en CC a 20°C	Ohm/km	0.153
	<b>Aislamiento</b>		
	Material		XLPE
	Color		natural
	Espesor nominal promedio	mm	8
	<b>Pantalla</b>		
	Cinta semiconductor o compuesto semiconductor extruido sobre el conductor		SI
	Sobre el aislante		
	Cinta semiconductor o compuesto semiconductor extruido		SI
	Cintas o malla trenzada de cobre con Resistencia menor a 3 ohm/km a 20°C		SI
	<b>Cubierta</b>		
	Material		PVC – Tipo CT5
	Color		Rojo
	Espesor	mm	Según N.T.P. 370.050
	<b>Pruebas</b>		
	Tensión de ensayo de Continuidad de aislamiento	kV	45

Tabla N° 2.2: Especificaciones Técnicas de conductor tipo N2XSY.

## 2.2.2. Especificaciones para las Redes Aéreas

### 2.2.2.1. Conductores de aleación de aluminio (AAAC) sin grasa.

#### Normas Aplicables

El Conductor de Aleación de Aluminio, materia de la presente especificación, cumplirá con las prescripciones de las normas DGE-019-CA 2/1983 "CONDUCTORES ELECTRICOS EN REDES DE DISTRIBUCION AEREA", según la versión vigente:

- IEC 104 : Aluminium Magnesium-Silicon Alloy Wire For Overhead Line Conductors.
- IEC 1089 : Round wire concentric lay overhead electrical stranded conductors.
- ASTM B398M : Aluminium Alloy 6201-T81 Wire For Electrical Purpose.

#### Características

El Conductor de aleación de aluminio será fabricado con alambón de aleación de aluminio-magnesio-silicio.

Estará compuesto de alambres cableados concéntricamente y de único alambre central.

Los alambres de la capa exterior serán cableados a la mano derecha. Durante la fabricación y almacenaje deberá tomarse precauciones para evitar la contaminación del aluminio por el

cobre u otros materiales. El Conductor tendrá las siguientes características:

**TABLA DE DATOS TECNICOS CONDUCTOR DE  
ALEACIÓN DE ALUMINIO DE 120 mm<sup>2</sup>**

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	VALOR REQUERIDO
1	Pais de procedencia		
2	Fabricante		
3	Normas		ASTM B398M, ASTM B399M, IEC 1089
4	Material del conductor		Aleación de Aluminio 6201 - T81
5	Clase del conductor		AA
6	Conductividad	%IACS	52,5
7	Sección Nominal	mm <sup>2</sup>	120
8	Densidad a 20°C	kg/m <sup>3</sup>	2690
9	Resistividad Eléctrica a 20°C	?.mm <sup>2</sup> /m	0.032841
10	Número de alambres	N°	19
11	Diámetro de alambres	mm	2.84
12	Máxima variación del diámetro de los alambres	%	± 0.03
13	Carga de rotura mínima	kN	37.05
14	Resistencia eléctrica máxima a 20°C	?/km	0.2828
15	Masa longitudinal aproximada	kg/km	330

Tabla N° 2.3: Especificaciones Técnicas de conductor tipo

AAAC de 120 mm<sup>2</sup>.

**TABLA DE DATOS TECNICOS CONDUCTOR DE  
ALEACIÓN DE ALUMINIO DE 35 mm<sup>2</sup>**

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	VALOR REQUERIDO
1	Pais de procedencia		
2	Fabricante		
3	Normas		ASTM B398M, ASTM B399M, IEC 1089
4	Material del conductor		Aleación de Aluminio 6201 - T81
5	Clase del conductor		AA
6	Conductividad	%IACS	52,5
7	Sección Nominal	mm <sup>2</sup>	35
8	Densidad a 20°C	kg/m <sup>3</sup>	2690
9	Resistividad Eléctrica a 20°C	Ω.mm <sup>2</sup> /m	0.032841
10	Número de alambres	N°	7
11	Diámetro de alambres	mm	2.84
12	Máxima variación del diámetro de los alambres	%	± 0.03
13	Carga de rotura mínima	kN	11.06
14	Resistencia eléctrica máxima a 20°C	Ω/km	0.9595
15	Masa longitudinal aproximada	kg/km	95,8

Tabla N° 2.4: Especificaciones Técnicas de conductor tipo

AAAC de 35 mm<sup>2</sup>.

### 2.2.3. Postes de Concreto

#### Normas Aplicables

Los postes materia de la presente especificación, cumplirán con las prescripciones de las siguientes normas:

- NTP 339-027 (2002) : Postes de concreto armado para Líneas Aéreas (Norma Técnica Peruana).
- DGE 015-PD-01 : Normas de Postes, crucetas, ménsulas, de madera y concreto para redes de distribución.
- NTP 341.029 : Especificación normalizada de barras de acero al carbono torcidas en frío para concreto armado.
- NTP 341.031 : Especificación normalizada de barras de acero al carbono con resaltes y lisas para concreto armado.

#### Características

Los postes de concreto armado serán centrifugados y de forma troncocónica. El acabado exterior deberá ser homogéneo, libre de fisuras, cangrejeras y excoiaciones. El recubrimiento de las varillas de acero (armadura) deberá tener 25 mm como mínimo.

La plantilla deberá considerar que la altura de empotramiento será de 1300 mm para los postes de la Línea Primaria y Subestaciones; cuya justificación técnica se comprueba en los cálculos de cimentación de postes.

La relación de la carga de rotura (a 0,10 m debajo de la punta) y la carga de trabajo será igual o mayor a 2.



### Protección de postes

Para evitar el ataque de la humedad, los hongos, los ácidos, ambiente salitroso o agentes externos, en la zona de la base del poste (hasta una altura de 2000 mm) y en especial en la circunferencia de encuentro con el bloque de cimentación, se deberá proteger con un recubrimiento sistema duplo (hidrófugo silano siloxano + pintura bituminosa).

Esta protección sirve a la vez de sellador en la zona de encuentro del poste con su bloque de cimentación o vereda.

Del mismo modo el fabricante de poste deberá aplicar un compuesto químico multifuncional (Funcionamiento catódico como anódico).

### Características Técnicas

<i>Longitud</i>	<b>13</b>	<b>13</b>
Carga trabajo punta	300	400
Diámetro vértice (mm)	180	180
Diámetro base (mm)	375	375
Coefficiente de seguridad	2	2
Garantía fabricación (años)	20	20
Recubrimiento mín. sobre el fierro (mm)	25	25

Tabla N° 2.5: Especificaciones Técnicas de poste CAC.

#### 2.2.4. Accesorios de Concreto

##### Características

Serán de concreto armado vibrado, para embonar en los postes de 1300 mm.

Toda la superficie externa será homogénea, no deberá presentar fisuras, rebabas, excoriaciones ni cangrejas; el recubrimiento de la

armadura deberá ser de 25 mm, como mínimo, de tal forma que no exista la posibilidad de ingreso de humedad hasta los fierros.

#### **2.2.4.1. Cruceta Asimétrica C.A.V.**

Se designa como ZA / 1.50 / 0.90 / 300 de C.A.V, que define una cruceta asimétrica de 1500 mm de longitud, entre ejes extremos de agujeros para instalación de aisladores tipo Pin o de Suspensión en estructuras de alineamiento, ángulo y anclaje; con una carga de trabajo de 300 kg, en el sentido de la línea, con peso aproximado será de 90 kg, de las siguiente características:

- Tiro Transversal (T) : 300 kg
- Tiro Frontal (F) : 300 kg
- Tiro Vertical (V) : 150 kg
- Diámetro de Embone : 250 mm
- Coeficiente de Seguridad : 2
- Recubrimiento del Acero : 15 mm

#### **2.2.4.2. Cruceta de Madera**

Las crucetas deberán ser de madera apropiada para esta finalidad, con los requisitos prescritos para punto de Diseño de la Línea. Cuando van a ser tratados deberán cepillarse, ranurarse y perforarse antes del tratamiento, de acuerdo a los términos del pedido. Las crucetas deberán fijarse rigidamente al poste por medio de pernos coches y riostras.

### 2.2.4.3. Ménsula

La designación como M/1.20m/250kg; que define la ménsula con un distanciamiento entre el pín para aislador y el eje del poste de 1200 mm, con una carga de trabajo de 250 kg en el sentido de la línea, con peso aproximado de 20 kg de las siguientes características de cargas de trabajo:

DESIGNACIÓN	LONGITUD NOMINAL (m)	CARGA DE TRABAJO (kg)		
		T	F	V
M / 1.20 / 250	1.20	250	150	150

Donde:

- T : Carga de Trabajo Transversal
- F : Carga de Trabajo Longitudinal
- V : Carga de Trabajo Vertical

### 2.2.4.4. Media Palomilla

Será de concreto armado, con diámetro de embone de 250 mm para postes de 13m/400 kg; sus dimensiones serán:

- Longitud total : 1100 mm
- Altura total ( zona de embone) : 200 mm

Se empleará para soporte de los cortacircuitos fusibles, debiendo tener capacidad para soportar 300 kg de peso (Tiro Vertical RY: 300 kg). Sus otras características son:

- Tiro Transversal (T) : 300 kg
- Tiro Frontal (F) : 300 kg
- Tiro Vertical (V) : 150 kg
- Diámetro de Embone : 250 mm
- Coeficiente de Seguridad : 2

#### **2.2.4.5. Media Losa**

Será de concreto armado tipo V, para ser embonado en postes de 13m/400kg. Se usará como soporte del transformador mixto de medición, en el Poste de Medición a la Intemperie (PMI) y las Subestaciones monoposte.

Sus dimensiones serán:

- Longitud nominal de media losa : 1150 mm
- Longitud nominal de losas unidas : 2200 mm
- Ancho de plataforma : 1000 mm
- Altura en el extremo de embone : 400 mm
- Peso propio aproximado : 510 Kg
- Carga soporte vertical de media losa : 750 Kg
- Carga soporte vertical de losas unidas : 1500 Kg
- Coeficiente de seguridad : 3
- Carga de rotura vertical de media losa : 2250 Kg

- Carga de rotura vertical de losas unidas : 4500 Kg
- Diámetro de embone : 350 mm
- Resistencia a compresión 280  
Kg/cm<sup>2</sup>

### **2.2.5. Estructura del Punto de Medición a la intemperie (P.M.I.)**

El armado del PMI estará conformada por:

- Un poste de concreto armado de 13 m/400 kg.
- Ménsula de concreto del tipo M/1,20 m/250 kg; deberán de estar provistas de agujeros de 20 mm Ø para la fijación de las espigas de los aisladores tipo pin.
- Una Media Palomilla; de concreto armado de 1100 mm de longitud entre ejes, con un peso propio aproximado de 60 kg, de 100 kg de capacidad máxima de soporte y embonable en Poste de 13 / 400.
- Media loza; de concreto armado de 1100 mm de longitud, con un peso propio aproximado de 180 kg y de 1300 Kg de capacidad máxima de soporte. Debe ser embonable en poste de 13 m / 400 kg.
- La Protección del Poste; se debe protegerlo para evitar los ataques de la humedad, hongos, ácidos, ambiente salitroso y/o agentes externos de la intemperie, en la zona de la base del poste hasta una altura de 2,50 m y en especial en la zona de contacto con el bloque de cimentación. Se deberá protegerlo mediante un Sellador Impermeabilizante.

- La Cimentación; los Postes estarán enterrados 1/10 m (1300 mm) de la longitud del poste y cimentados con una mezcla de concreto de aproximadamente  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ . Los detalles se indican en las lamidas de armados de estructuras.

### **2.2.6. Estructura de la subestación monoposte (S.A.M.) de 7,5 kVA y 15 kVA**

El armado de un SAM estará conformada por:

- Un poste de concreto armado de 13 m/400 kg.
- Ménsula de concreto del tipo M/1,20 m/250 kg; deberán de estar provistas de agujeros de 20 mm  $\varnothing$  para la fijación de las espigas de los aisladores tipo pin.
- Una Media Palomilla; de concreto armado de 1100 mm de longitud entre ejes, con un peso propio aproximado de 60 kg, de 100 kg de capacidad máxima de soporte y embonable en Poste de 13,0 / 400.
- Media loza; de concreto armado de 1100 mm de longitud, con un peso propio aproximado de 180 kg y de 1300 Kg de capacidad máxima de soporte. Debe ser embonable en poste de 13 m / 400 kg.
- La Protección del Poste es la misma que se realiza en el armado de un PMI.
- La Cimentación es la misma que se da en la estructura de un PMI.

## 2.2.7. Aisladores

### 2.2.7.1. Aisladores tipo PIN

#### Normas Aplicables

Los aisladores poliméricos o porcelana tipo pin, materia de la presente especificación, cumplirán con las prescripciones de las siguientes normas, según la versión, vigente a la fecha de la convocatoria del concurso:

- ANSI C.29.1 : American National Standard Test Methods For Electrical Power Insulators.
- ANSI C29.6 : American National Standard For Wet-Process Porcelain Insulators (High-Voltage Pin Type).

#### Características

El sistema eléctrico en el cual operarán los aisladores tipo PIN, tiene las siguientes características:

- Tensión de servicio de la Línea : 22,9 kV
- Tensión máxima de servicio : 25 kV
- Frecuencia de la Línea : 60 Hz.
- Naturaleza del neutro : Puesto a tierra
- Potencia de cortocircuito : 320 MVA

- Tiempo máx. de eliminación de la falla : 0.5 s

TABLA DE DATOS TÉCNICOS			
AISLADOR POLIMÉRICO TIPO PIN 28 kV, Costa 1000 msnm			
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR REQUERIDO
<b>1.0</b>	<b>DATOS GENERALES</b>		
1.1	Fabricante		
1.2	Procedencia		
1.3	N° Catálogo / Serie		
1.4	Tipo Aislador		POLIMÉRICO
1.5	Normas de fabricación		IEC-61109
1.6	Material		Goma de Silicón
<b>2.0</b>	<b>CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES</b>		
2.1	Longitud máxima entre acoplamientos	mm	345
2.2	N° de discos	N°	8
2.3	Diámetro de disco mayor	mm	121
2.4	Diámetro de disco menor	mm	105
2.5	Espaciamento de discos	mm	40
2.6	Distancia arco seco	mm	270
2.7	Línea mínima de fuga	mm	760
2.8	Peso total	Kg	2.3
<b>3.0</b>	<b>ACOPLAMIENTO</b>		
3.1	Lado de estructura		EYE
3.2	Lado de conductor		BALL (IEC)
<b>4.0</b>	<b>MATERIALES</b>		
4.1	Núcleo		Vanilla poltruida de fibra de vidrio y resina 100% Impregnación
4.2	Campanas		Compuesto elastómero Moldeado en 1 pieza
4.3	Acoplamiento		Fundición de hierro y (EPDM o Silicona)acero forjado galvanizado por inmersión en caliente
4.4	Espesor de galvanizado	Gr/m <sup>2</sup>	600
	Galvanización de los herrajes		Según ASTM A153/A153M
<b>5.0</b>	<b>CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS</b>		
5.1	Esfuerzo de Compresión	kN	8
5.2	Esfuerzo de prueba	kN	4
5.3	Esfuerzo de Flexión(cantilever)	kN	10
<b>6.0</b>	<b>CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS</b>		
6.1	Tensión de sostenimiento		
	- En seco	kV	124
	- Bajo lluvia	kV	92
	- A impulso de onda 1.5/40 positiva	kV	192
	- A impulso de onda 1.5/40 negativa	kV	208
<b>7.0</b>	<b>PRUEBAS</b>		
	Pruebas tipo		Según clausula 6 de IEC 61109
	Pruebas de muestreo		Según clausula 7 de IEC 61109
	Pruebas de rutina		Según clausula 8 de IEC 61109

Tabla N° 2.6: Especificaciones Técnicas de Aislador polimérico tipo PIN.



### **2.2.7.2. Ferrería para aisladores tipo PIN**

#### **Pernos de A°G° en caliente para aisladores poliméricos tipo PIN**

##### **Características**

Los materiales para la fabricación de los pernos serán de hierro maleable o dúctil, o acero forjado, de una sola pieza.

El roscado en la cabeza de los pernos se hará utilizando una aleación de plomo de probada calidad.

Los materiales a utilizarse serán de un grado y calidad tales que garanticen el cumplimiento de las características mecánicas establecidas en las normas señaladas. Las espigas serán galvanizadas en caliente después de su fabricación y antes del vaciado de la rosca de plomo.

#### **Amarres Manuales para aisladores tipo PIN poliméricos**

Para la sujeción de Conductores de aluminio de 35 y 120 mm<sup>2</sup> en Aisladores tipo Pin Poliméricos se utilizarán Alambres de Aluminio blando EC N°4 AWG.

- Del tipo amarra simple, con una longitud de amarre de 1000 mm.
- Del tipo amarra doble, con una longitud de amarre de 1800 mm.

### **2.2.7.3. Aisladores de Suspensión Poliméricos**

#### **Características**

##### **Núcleo**

El núcleo será de fibra de vidrio reforzada con resina epóxica de alta dureza. Tendrá forma cilíndrica y estará destinado a soportar la carga mecánica aplicada al aislador.

##### **Recubrimiento del núcleo**

El núcleo de fibra de vidrio tendrá un revestimiento de goma de silicón de una sola pieza aplicado por extrusión o moldeo por inyección. Este recubrimiento no tendrá juntas ni costuras, será uniforme, libre de imperfecciones y estará firmemente unido al núcleo; tendrá un espesor mínimo de 3 mm en todos sus puntos. La resistencia de la interfase entre el recubrimiento de goma de silicón y el cilindro de fibra de vidrio será mayor que la resistencia al desgarramiento (tearing strength) de la Goma de silicón.

##### **Campanas aislantes**

Las campanas aislantes serán, también de goma de silicón, y estarán firmemente unidos a la cubierta del cilindro de fibra de vidrio, bien sea por vulcanización a alta temperatura o por moldeo como parte de la cubierta. Presentarán un diámetro uniforme y tendrán, preferiblemente, un perfil diseñado de acuerdo con las recomendaciones de la Norma IEC 815.

La distancia de fuga requerida deberá lograrse ensamblando el necesario número de campanas.

TABLA DE DATOS TÉCNICOS			
AISLADOR POLIMÉRICO DE SUSPENSIÓN 28 kV, Costa 1000 msnm			
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNID	VALOR REQUERIDO
<b>1.0</b>	<b>DATOS GENERALES</b>		
1.1	Fabricante		
1.2	Procedencia		
1.3	N° Catálogo / Serie		
1.4	Tipo Aislador		POLIMÉRICO
1.5	Normas de fabricación		IEC-61109
1.6	Material		Goma de Silicón
<b>2.0</b>	<b>CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES</b>		
2.1	Longitud máxima entre acoplamientos	mm	475
2.2	N° de discos	N°	9
2.3	Diámetro de disco mayor	mm	115
2.4	Diámetro de disco menor	mm	85
2.5	Espaciamento de discos	mm	40
2.6	Distancia arco seco	mm	350
2.7	Línea mínima de fuga	mm	745
2.8	Peso total	Kg	1.4
<b>3.0</b>	<b>ACOPLAMIENTO</b>		
3.1	Lado de estructura		EYE
3.2	Lado de conductor		BALL (IEC)
<b>4.0</b>	<b>MATERIALES</b>		
4.1	Núcleo		Varilla poltruida de fibra de vidrio y resina 100% Impregnacion
4.2	Campanas		Compuesto elastómero Moldeado en 1 pieza
4.3	Acoplamiento		Fundición de hierro y (EPDM o Silicona)acero forjado galvanizado por inmersión en caliente
4.4	Espesor de galvanizado	Gr/m <sup>2</sup>	600
<b>5.0</b>	<b>CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS</b>		
5.1	Resist. Electromecánica de ruptura	kN	70
5.2	Prueba de rutina	kN	35
<b>6.0</b>	<b>CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS</b>		
6.1	Tensión de sostenimiento		
	- En seco	kV	114
	- Bajo lluvia	kV	112
	- A impulso de onda 1.5/40 positiva	kV	220
	- A impulso de onda 1.5/40 negativa	kV	208
<b>7.0</b>	<b>PRUEBAS</b>		
	Pruebas tipo		Según clausula 6 de IEC 61109
	Pruebas de muestreo		Según clausula 7 de IEC 61110
	Pruebas de rutina		Según clausula 8 de IEC 61111

Tabla N° 2.7: Especificaciones Técnicas de Aislador polimérico de Suspensión.

#### **2.2.7.4. Accesorios para aisladores de Suspensión**

##### **Grapas de anclaje**

Serán de aleación de aluminio del tipo pistola, lo más livianas posible, un mínimo de 3 pernos para conductores de 35 y 120 mm<sup>2</sup> del tipo con pernos de sujeción tipo "U" y diseñadas de modo que durante el servicio no exista la posibilidad de pérdidas de pernos debido a la vibración o a otras causas.

Todas las partes en contacto con el conductor serán hechas de aleación de Aluminio (conductor de Aluminio). Las partes sujetas a fricción, pernos, etc., serán de acero forjado y galvanizado en caliente con un recubrimiento mínimo de galvanizado de 100 µm.

La carga de rotura es de 7,245 kgF (71 kN); con un rango de conductor entre 35-120 mm<sup>2</sup>.

##### **Perno ojo**

Serán de Acero Forjado y Galvanizado en caliente, de 254 mm (10"), rosca de 152 mm (6"), un diámetro de 16 mm (5/8") con una carga de rotura de 55 kN, (incluye tuerca y contratuerca).

##### **Arandela cuadrada curva y plana**

Serán de Acero Forjado y Galvanizado en caliente, de 57 mm (2 ¼") de lado x 5 mm (3/16") de espesor, con agujero central de 18 mm (11/16") de diámetro. Carga de rotura de 41 kN.

### **Perno doble armado**

El Perno doble armado será de Acero Forjado y Galvanizado de 19 mm (3/4") de diámetro x 508 mm (20") de longitud, con un roscado de 508 mm (20") y una carga de rotura de 77 kN con tuerca cuadrada y contratuerca.

## **2.2.8. Retenidas**

### **2.2.8.1. Cable de acero grado Siemens Martin para retenidas**

#### **Características Técnicas del Cable**

El cable para las retenidas será de acero galvanizado de grado SIEMENS-MARTIN. Tendrá las siguientes características:

El galvanizado que se aplique a cada alambre corresponderá a la clase A según la norma ASTM A 475 (STANDARD SPECIFICATION FOR ZINC-COATED STEEL WIRE STRAND), es decir a un recubrimiento mayor de 520 g/m<sup>2</sup>.

### **2.2.8.2. Varilla de anclaje**

Será fabricada de Acero forjado y galvanizado en caliente. Estará provisto de un ojal-guardacabo forjado, de una vía en un extremo, y será roscada en el otro.

Las otras dimensiones serán de 16 mm  $\Phi$  x 2400 mm de longitud. El suministro incluirá una tuerca cuadrada y contratuerca.

**2.2.8.3. Arandela cuadrada para anclaje**

Será de acero forjado y galvanizado en caliente y tendrá 102 mm (4") de lado y 6 mm (1/4") de espesor.

Estará provista de un agujero central de 21 mm (13/16") de diámetro. Deberá ser diseñada y fabricada para soportar los esfuerzos de corte por presión de la tuerca de 74 KN.

**2.2.8.4. Mordaza preformada**

La mordaza preformada será de acero Galvanizado y adecuado para el cable de acero grado SIEMENS O ALTA RESISTENCIA de 10 mm (3/8") de diámetro, para una carga de rotura de 30.915 kN.

**2.2.8.5. Perno angular con ojal guardacabo**

Será de acero forjado y galvanizado en caliente de 254 mm (10") de longitud y 16 mm (5/8") de diámetro.

El ojal-guardacabo angular será adecuado para cable de acero de 10 mm de diámetro.

La mínima carga de rotura será de 55 kN las dimensiones y forma geométrica se muestran en las láminas del proyecto.

**2.2.8.6. Bloque de anclaje**

Será de concreto armado de 500 x 500 x 200 mm fabricado con malla de acero corrugado de 13 mm de diámetro. Tendrá agujero central de 25 mm de diámetro.

## **2.2.9. Transformadores de 7,5 KVA y 15 KVA**

### **2.2.9.1. Características de los Transformadores**

Los transformadores de distribución bifásicos y monofásicos serán para servicio exterior, con devanados sumergidos en aceite y refrigeración natural (ONAN), estos cumplen la norma IEC 60076.

Las condiciones de operación y las características eléctricas se consignan en la Tabla de Datos Técnicos garantizados.

#### **Núcleo**

El núcleo se fabricará con láminas de acero al silicio de grano orientado, de alto grado de magnetización, bajas pérdidas por histéresis y de alta permeabilidad. Cada lámina deberá cubrirse con material aislante resistente al aceite caliente. El núcleo se formará mediante apilado o enrollado de las láminas de acero.

#### **Arrollamientos**

Los arrollamientos se fabricarán con conductores de cobre aislados con papel de alta estabilidad térmica y resistencia al envejecimiento; podrá darse a los arrollamientos un baño de barniz con el objeto de aumentar su resistencia mecánica.

Las bobinas y el núcleo completamente ensamblados deberán secarse al vacío e inmediatamente después impregnarse de aceite dieléctrico.

**Aisladores Pasatapas**

Los pasatapas serán fabricados de porcelana, la cuál será homogénea, libre de cavidades o burbujas de aire y de color uniforme.

Los aisladores pasatapas del lado de alta tensión deberán ser fijados a la tapa mediante pernos cuyas tuercas de ajuste se encuentren ubicadas al exterior de la tapa.

**Tanque del transformador**

El tanque del transformador será construido de chapas de acero de bajo porcentaje de carbón y de alta graduación comercial. Todas las bridas, juntas, argollas de montaje, etc., serán fijadas al tanque mediante soldadura.

Todos los transformadores estarán provistos de una válvula para el vaciado y toma de muestra de aceite, una válvula de purga de gases acumulados y un conmutador de tomas en vacío, instalados al exterior del tanque o al exterior de la tapa del transformador, según sea el caso.

**Sistema de conservación de aceite**

En el caso que los transformadores trifásicos estén provistos de tanque conservador de aceite, éstos se construirán de chapas de acero de bajo porcentaje de carbón y alta graduación comercial.



## Accesorios

Los transformadores tendrán los siguientes accesorios:

- Tanque conservador con indicador visual del nivel de aceite (solo para transformadores bifásicos), solo cuando sea necesario.
- Ganchos de suspensión para levantar al transformador completo.
- Conmutador de tomas en vacío ubicadas al exterior del transformador
- Termómetro con indicador de máxima temperatura (solo para transformadores bifásicos).
- Válvula de vaciado y toma de muestras en aceite.
- Válvula de purga de gases acumulados.
- Terminales de para conexión fabricados de bronce.
- Accesorios para maniobra, enclavamiento o seguridad de las válvulas y del conmutador.
- Terminales bimetálicos tipo plano para conductores de Alta Tensión de 25 mm<sup>2</sup> a 95 mm<sup>2</sup>.
- En los transformadores trifásicos: perfiles galvanizados tipo "C" y pernos para fijación en crucetas de madera o de concreto de acuerdo al armado de subestación trifásica.

- En los transformadores monofásicos: soportes para fijar el transformador al poste mediante pernos.

#### **2.2.9.2. Tablero de distribución monofásico 220 V**

##### **Para montaje en la Subestación (SAM) de 7,5 KVA y 15 KVA**

Será del tipo para adosar al Poste, a prueba de intemperie y estará constituido por un módulo completamente blindado para accionamiento por la parte frontal. Será construido con ángulos de fierro de 40x40x3 mm., plancha de fierro de 2mm. de espesor y pernos de 10 mm de diámetro; también la parte superior estará cubierta con plancha de fierro, con ángulo de inclinación para el chorreo de la lluvia.

Dentro de los Tableros se instalarán tres Interruptores Termomagnéticos:

##### **Tablero monofásico de 7,5 kVA**

- Un (1) Interruptor termomagnético de 2x50A, 50 kA.
- Un (1) Interruptor termomagnético de 2x40A, 20 kA.
- Un (1) Interruptor termomagnético de 2x25A, 20 kA.

##### **Tablero monofásico de 15 kVA**

- Un (1) Interruptor termomagnético de 3x80A, 50 kA.
- Un (1) Interruptor termomagnético de 2x40A, 20 kA.
- Un (1) Interruptor termomagnético de 2x25A, 20 kA.

Para el cierre y apertura de la puerta frontal esta llevará un sistema tipo cremona, con manija y llave de seguridad.

## **2.2.10.Elementos de Protección**

### **2.2.10.1.Cortacircuitos Fusibles**

#### **Condiciones ambientales de servicio**

Los seccionadores fusibles tipo expulsión se instalarán en los sistemas eléctricos de las Empresas de Distribución, cuyas características ambientales son las siguientes:

- Temperatura ambiente -10°C a 40°C
- Humedad relativa 10% a 95%
- Altura máxima 4500 m. s. n. m.

#### **Condiciones de operación del sistema**

Las características técnicas del sistema, son las siguientes:

- Tensión nominal del sistema : 22.9, 13.2 y 10 kV
- Frecuencia de servicio 60 Hz.

### **2.2.10.2.Seccionadores Unipolares Aéreos**

Para uso en la estructura del recloser. Serán unipolares, para instalación a la intemperie y fijación en posición vertical en palomilla de concreto, mediante pernos, con bases portacuchillas de material resistente a la corrosión.

Datos técnicos de Seccionadores Unipolares aéreos.

- Tensión nominal : 22,9 kV
- Corriente nominal : 400 A
- Corriente de CC simétrica momentánea r.m.s. 40 kA
- Nivel Básico de Aislamiento : 150 kV
- Línea de Fuga mínima : 750 mm
- Distancia de arco seco mínimo : 253 mm

### 2.2.10.3. Pararrayos

#### Condiciones ambientales de servicio

Los pararrayos se instalarán en los sistemas eléctricos de las Empresas de Distribución Eléctrica Norte Centro, cuyas características ambientales son las siguientes:

- Temperatura ambiente : -10°C a 40°C
- Humedad relativa : 10% a 95%
- Altura máxima : 4500 m. s. n. m.

#### Condiciones de operación del sistema

Los pararrayos, serán utilizados para protección contra sobretensiones en los siguientes sistemas:

- Sistema de Distribución 33, 22.9, 13.2 y 10 kV
- Frecuencia de servicio 60 Hz.

- Conexión del pararrayo Fase-tierra

### **2.2.11.Reconectador Automático (RECLOSER)**

#### **Características de los Interruptores de Recierre**

Las características mínimas que deben tener los Interruptores de Recierre automático son los que se indican en las Tablas de Datos Técnicos Garantizados.

#### **Equipamiento Principal**

El Recloser completo estará constituido por:

- El Interruptor de Recierre Automático propiamente dicho, que Interrumpe el Circuito Principal.
- Un Gabinete conteniendo el Sistema de Control, Mando y Protección del Recloser.
- La estructura metálica para su montaje a poste.
- El Sistema de Control, Mando, Protección y Comunicaciones deberá estar preparado para integrarse al Sistema de Operación y Control de la S.E. "Tierras Nuevas".

#### **Normas Aplicables**

Los accesorios metálicos, materia de la presente especificación, cumplirán con las prescripciones de las siguientes normas:

- Murete con Registro Integrado tipo "H", de uno, dos y cuatro servicios.
- Murete con Registro Integrado tipo "Cubo", de uno y dos servicios.

- Murete modelo "Alaska", de uno, dos y cuatro servicios.

### **Pruebas**

El proveedor presentará al propietario tres (03) copias certificadas de los documentos que demuestren que todas las pruebas se efectúan en presencia de los Interesados y del Supervisor de Obra, señaladas en las Normas ANSI/IEEE C37.60 y C37.61 y que los resultados obtenidos están de acuerdo con esta especificación y la oferta del postor.

### **Características Generales del interruptor automático de recierre (Recloser)**

#### **Principio de Funcionamiento**

Mediante transformadores de corriente montados en los bornes del lado de la fuente del interruptor, será capaz de detectar corrientes de fallas mayores que un valor mínimo de disparo previamente programado para una o más fases y mediante señales emitidas por el sistema de control electrónico activarán las funciones de disparo y cierre del interruptor. La energía para el cierre y apertura de los contactos principales será suministrada por un mecanismo de operación o actuación magnética.

#### **Mecanismo de interrupción del arco**

El Interruptor de Recierre Automático será capaz de romper la continuidad de las Corrientes de Falla desde Cero hasta su capacidad de interrupción nominal, en un máximo de cuatro (04) secuencias predeterminadas. Estas tendrán intervalos temporizados hasta su apertura definitiva. El medio donde se producirá la extinción de las corrientes de falla será el vacío.

**Mecanismo de Apertura**

El Interruptor de Recierre Automático será del tipo disparo libre. El mecanismo de apertura deberá diseñarse en forma tal que asegure la apertura en el tiempo especificado; así el Impulso de Disparo se recibiera en las posiciones de totalmente o parcialmente cerrado. La energía para la apertura de los Contactos principales será suministrada por un mecanismo de operación o actuación magnética.

**Mecanismo de Cierre**

Su diseño no interferirá con el mecanismo de disparo. El Mecanismo de Cierre deberá desenergizarse automáticamente cuando se complete la operación. La energía para el cierre de los contactos principales será suministrada por un mecanismo de operación o actuación magnética.

**Transformador Reductor de Tensión**

Permitirá la reducción de la Tensión de la Línea Primaria para el suministro de energía eléctrica a los componentes del Sistema de Control Electrónico y Recloser.

**Aislamiento**

Los Aisladores del Interruptor de Recierre Automático serán de material Polimérico, de Goma Silicona o hidrofóbicocicloalifático, resistente al astillamiento, diseñados de tal forma que si ocurriera una Descarga a Tierra por Tensión de Impulso con el Interruptor en las posiciones de "abierto" o "cerrado", deberá efectuarse por la parte externa, sin que se presente descarga en la parte interna o perforación del aislamiento.

Deberán ser del tipo removibles, para los casos en que sufran daños o deterioros por efectos mecánicos solamente estos Aisladores Externos deberán ser removibles. Se considerará, además, un diseño para instalación al exterior y ambiente contaminado teniendo una distancia de fuga de Fase a Tierra mínima de 950 mm. Asimismo, deberán tener la suficiente resistencia mecánica para soportar los esfuerzos debidos a las operaciones de apertura y cierre, los esfuerzos razonables en los conectores y conductores, variaciones bruscas de temperatura y los producidos por sismos.

### **Características del sistema de control electrónico**

#### **Características Generales**

- Recibirá la señal emitida por los Sensores o Transformadores de Corriente y Tensión Encapsuladas, y mediante señales emitidas por un Microprocesador Electrónico permitirá activar los mecanismos de disparo y cierre del Interruptor.
- La energía eléctrica requerida para la operación del Sistema de Control Electrónico será provista desde la Línea Primaria, por medio de un Transformador Reductor de Tensión, a ser suministrado junto al equipo. Asimismo, el Sistema de Control Electrónico estará equipado con baterías de respaldo que garanticen la autonomía de suministro de energía eléctrica por un periodo mínimo de 24 horas.
- El Sistema de Control Electrónico estará alojado en un Gabinete Metálico a prueba de intemperie de acero inoxidable. Permitirá la configuración, calibración, programación y toma de datos mediante una Computadora Personal del tipo comercial y



sin ella, directamente sobre el Relé, para la cual el Sistema estará equipado con un Conector tipo RS-232, un Sistema BLUETOOTH para conexión de una PC comercial y una Pantalla para la lectura, programación y verificación de datos.

Se indica en la Tabla de Datos Técnicos garantizados las funciones de protección requeridas para los Recloser.

### **Accesorios**

Adicionalmente a lo especificado, cada conjunto de interruptor de recierre, deberá ser suministrado con los siguientes accesorios:

- Placa de identificación.
- Indicadores mecánicos de posición, o lámparas indicadoras de posición (roja y verde).
- Accesorios, pernos u orejas para el izaje.
- Soporte metálico y accesorios para fijación del equipo en un poste de la línea primaria.
- Seis conectores bimetálicos tipo bandera para conductor de aleación de aluminio de 25 a 95 mm<sup>2</sup>.
- Terminal de puesta a tierra con conector para conductor de cobre cableado de 16 a 70 mm<sup>2</sup>.
- Válvulas para el llenado, vaciado y extracción de muestras del medio aislante.
- Cables y equipos necesarios para la Comunicación de PC con Relé de Protección.
- Software para comunicación con el Relé.
- Software para comunicación con el Relé.

## **2.2.12. Materiales para Puesta a Tierra (PAT)**

### **2.2.12.1. Normas aplicables**

Los accesorios materia de esta especificación, cumplirán con las prescripciones de las siguientes normas:

#### **Conductores de Puesta a Tierra:**

- NTP 70.042 : Conductores de Cobre Recocido para el Uso Eléctrico.
- ANCI 135.14 : Caples with Rolled of Splash Points for Overhead Line Construction.

#### **Electrodo y conector:**

- UL-467 : Standard for grounding and bonding equipment.
- NTP 70.056 : Electrodo de Cobre para Puesta a Tierra.

#### **Elementos Químicos:**

- NTP 70.052 : Materiales que constituyen el pozo de puesta a tierra. Punto 7: Características Técnicas de los Materiales.
- CNE-Suministro : Código Nacional de Electricidad Suministro, Sección 3, Punto 036B: sistemas Puestos a Tierra en punto.

### **2.2.12.2. Características de Materiales para Pozos a Tierra**

#### **Conductor**

El Conductor para unir las partes sin tensión eléctrica de las estructuras con tierra, será de cobre electrolítico, forrado (THW-90), cableado, 7 hilos, temple suave o blando y tendrá una conductividad del 100% IACS a 20 °C, según la Norma DGE 019-CA-2/1983. El Conductor será de 35 mm<sup>2</sup> de sección y deberá pasar las pruebas de características mecánicas y eléctricas de la norma ASTM B.56.

#### **Electrodo tipo Jabalina de Cobre**

Será usado para la Puesta a Tierra en Subestaciones Eléctricas y Principales Estructuras de Media Tensión, para la Puesta a Tierra de Equipamiento Electromecánico de Celdas de Media Tensión, Transformadores de Potencia, Seccionadores tipo Cut Outs, Trafomix, Tableros de Transferencia de Baja Tensión, Tableros Generales de Baja Tensión y Grupos Electrógenos, será una varilla de cobre electrolíticamente puro al 99.9 %; estará diseñado para evitar robos tal como se detalla en la lámina, el electrodo deberá ser roscado con tuerca y arandela de bronce como protección antirrobo.

Tendrá las siguientes dimensiones:

- Diámetro nominal : 16 mm
- Longitud : 2400 mm

### **Electrodo de Copperweld**

Será una varilla de acero recubierta con una capa de cobre electrolítico mediante un proceso de soldadura atómica COPERWELD; estará diseñado para evitar robos tal como se detalla en la lámina, el electrodo deberá ser roscado con tuerca y arandela de bronce como protección antirrobo.

Tendrá las siguientes dimensiones:

- Diámetro nominal : 16 mm
- Longitud : 2400 mm
- Espesor mínimo de capa de Cu : 0.33 mm

### **Conector electrodo - Conductor**

De conexión, tipo Anderson Electric; para conectar adecuadamente el electrodo de toma de tierra de 16 mm (5/8")  $\varnothing$  + el conductor de Cu de puesta de 35 mm<sup>2</sup>.

### **Plancha de cobre tipo "J"**

Tipo "J", se utilizará para conectar el conductor de puesta a tierra con los accesorios metálicos de fijación de los aisladores cuando se utilicen postes, ménsulas y crucetas de concreto.

### **Conector derivación cuña para conexiones desnudas**

En la puesta a tierra se emplearán conectores de derivación Cuña tipo AMPACT, para emplear derivaciones del cable de puesta a tierra, para secciones de hasta 35 mm<sup>2</sup>.

**Tratamiento**

La tierra utilizada para cubrir el hoyo de la puesta a tierra tendrá el siguiente tratamiento:

- Bentonita sódica.
- Sal industrial.
- Tierra vegetal, o la que sea más conveniente de la zona de trabajo, en dosificación según Lámina de detalle.
- Cemento conductor.

**Caja de registro de puesta a tierra**

Se colocará una caja de concreto armado, de dimensiones de 396 mm  $\varnothing$  x 300 x 53 mm de espesor, de sección circular y se adosará una tapa de 340 mm  $\varnothing$  x 40 mm de espesor la cual protegerá el pozo a tierra; se tendrá cuidado de colocarle una asa de F°G°, para manipulación de la tapa, con un radio de abertura para tapa de 30 mm. La caja y la tapa deberán llevar dentro de su estructura fierro galvanizado.

### **2.3. PROCESOS CONSTRUCTIVOS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MONTAJE DE EQUIPO DEL SISTEMA DE UTILIZACIÓN EN 22,9 kV PARA TIERRAS NUEVAS DEL PROYECTO IRRIGACIÓN OLMOS.**

Las presentes Especificaciones de Montaje y procesos constructivos definen las características, la calidad mínima aceptable y los alcances de los trabajos que debe efectuar el Contratista. También comprende algunos de los procedimientos a emplearse para el montaje del Sistema de Distribución Primaria en 22,9 kV.

Queda claramente establecido que el Contratista es responsable de efectuar todos los trabajos que sean razonablemente necesarios para la construcción de las Líneas y Subestaciones, en conformidad con los Planos y Especificaciones del Proyecto, aunque dichos trabajos no estén especificados, o aunque tal descripción sea incompleta.

#### **2.3.1. Replanteo Topográfico**

El ejecutor de la obra presentará a la supervisión, el replanteo de las estructuras, a fin de que estas cumplan con el Código Nacional de electricidad Suministro 2011 y el Procedimiento 011-2004-OS/CD del OSINERGMIM y al finalizar la obra, para la recepción de la misma, deberá presentar una plantilla de estructuras y tramos en donde se indique las distancias mínimas respecto a edificaciones, avisos publicitarios, nivel de terreno, cruces con otras instalaciones o estructuras, etc.



Figura N° 2.1: Replanteo Topográfico. Fuente Odebrecht Perú Ingeniería y Construcción (OPIC).

### 2.3.2. Descarga de Postes de Concreto

Actividad que consiste en descargar postes y almacenar, con equipo camión Grúa desde unidad de transporte de proveedor a punto de acopio en Obra, realizando la recepción de las estructuras de concreto en Obra y verificando que hayan llegado en buen estado y sin daños como abolladuras producidos por la carga, el transporte y la descarga.



Figura N° 2.2: Descarga de postes de concreto en zona de izaje.

Fuente OPIC.

### **2.3.3. Descarga de accesorios de Concreto**

Actividad que consiste descargar y almacenar accesorios de concreto, tales como: ménsulas, crucetas simétricas, crucetas asimétricas, palomillas, media losas, cajas registro, etc. con equipo camión Grúa desde unidad de transporte de proveedor a punto de acopio en Obra, realizando la recepción de los accesorios de concreto en Obra y verificando que hayan llegado en buen estado y sin daños como abolladuras producidos por la carga, el transporte y la descarga.



Figura N° 2.3: Descarga de accesorios de concreto en zona de izaje.

Fuente OPIC.

### **2.3.4. Traslado de postes y accesorios de concreto**

#### **2.3.4.1. Traslado de postes a punto de izaje**

Actividad que consiste en trasladar postes con un camión Grúa desde punto de acopio en Obra hasta punto de Izaje. Esta labor se realiza con apoyo de un camión grúa y se tendrá precaución a fin de no dañar los postes por golpes o



abolladuras y se prestará atención al tipo de poste según dimensiones y características especificadas en el Proyecto.

#### **2.3.4.2. Traslado de accesorios de concreto a punto de izaje**

Actividad que consiste en trasladar accesorios de concreto con un camión grúa o una retroexcavadora, desde punto de acopio en Obra hasta punto donde se ubican los postes, para su posterior instalación según detalles de Armados de Media Tensión especificados en el Proyecto.

### **2.3.5. Instalaciones de Estructuras**

#### **2.3.5.1. Solado para cimentación de postes de concreto**

El Poste no deberá estar en contacto directo con el terreno, deberá apoyarse sobre una Losa de concreto de 100 mm de espesor, con Concreto Simple.

El solado consiste en la fabricación de bloques de 800 mm  $\Phi$  x 100 mm de espesor hechos de una mezcla de concreto  $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$  con 30% de piedra chica en volumen; estos se fabrican en los puntos donde se van izar los postes de concreto; luego de zanja para la cimentación de postes se colocan estos solados para que se “siente” el poste antes de su compactación con una mezcla de concreto y piedra.



Figura N° 2.4: Solado de concreto  $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$ . Fuente  
OPIC

#### **2.3.5.2. Excavación de hoyos para Cimentación de Postes.**

Esta labor consiste en realizar una excavación en el terreno, donde se van izar los postes de concreto, de  $800 \text{ mm } \Phi$  por  $1400 \text{ mm}$  de profundidad.

Las excavaciones se ejecutaran con el máximo cuidado y utilizando los métodos y equipos más adecuados para cada tipo de terreno, con el fin de no alterar su cohesión natural, y reduciendo al mínimo el volumen del terreno afectado por la excavación, alrededor de la cimentación.

Se deberá someter a la aprobación de la Supervisión, los métodos y plan de excavación que empleará en el desarrollo de la obra.

Se considera terreno rocoso cuando sea necesario el uso de explosivos para realizar la excavación. En todos los otros casos se considerará terreno normal.

Previo a las excavaciones se determinará, para cada tipo de terreno, los taludes de excavación mínimos necesarios para asegurar la estabilidad de las paredes de la excavación.

El fondo de la excavación deberá ser plano y firmemente compactado para permitir una distribución uniforme de la presión de las cargas verticales actuantes.



Figura N° 2.5: Excavación de hoyos para izaje de postes de concreto. Fuente OPIC

### **2.3.6. Instalación de accesorios de concreto de postes**

Este trabajo consiste en colocar “vestir” al poste los accesorios de concreto (ménsulas, crucetas, media palomilla, media losas) según los detalles de armados especificados en el proyecto; a estos accesorios primero se le presionan con tacos de madera al poste, luego se le realiza un fraguado con mezcla de concreto, los armados de los postes se realizan cuando el poste está en el suelo (antes de izarse). Con 48

horas antes del izaje, todos los Postes deben tener el recubrimiento sistema duplo (hidrófugo silano siloxano + pintura acrílica).



Figura N° 2.6: Instalación de accesorios de concreto. Fuente OPIC

### **2.3.7. Izaje de postes de concreto**

Actividad que consiste en instalar los Postes de concreto con camión Grúa, para la cimentación se utilizó mezcla de concreto de resistencia de  $175 \text{ Kg/cm}^2$  y para mejorar la productividad el vaciado se realizó "in situ" con mezclador de concreto de  $9 \text{ pie}^3$  con motor de combustión diesel.

#### **Tolerancias**

Luego de concluida la instalación de las estructuras, los Postes deben quedar verticales y las Crucetas horizontales y perpendiculares al eje de trazo en alimentación, o en la dirección de la bisectriz del ángulo de desvío en estructuras de ángulo.

Las tolerancias máximas son las siguientes:

- Verticalidad del poste :  $0.5 \text{ cm/m}$
- Alineamiento :  $\pm 5 \text{ cm}$



Figura N° 2.7: Instalación de accesorios de concreto. Fuente OPIC.

### 2.3.8. Excavación de hoyos para retenidas

Actividad que consiste en hacer hoyos de forma rectangular de 1600 mm x 800 mm y de 1500 mm de profundidad con ayuda de una retroexcavadora y la mano de obra de oficiales electricistas y peones.



Figura N° 2.8: Instalación de accesorios de concreto. Fuente OPIC.

### **2.3.9. Instalación de retenidas**

Esta labor consiste en instalar el kit prefabricado de montaje de retenida que contiene: cable de acero grado Siemens Martin de 10 mm, varillas de anclaje de 16 mm  $\Phi$  x 2400 mm, pernos ojo de A°G° de 16 mm  $\Phi$  x 12", aislador polimérico tipo suspensión, mordaza preformada de A°G° para cable de 10 mm, abrazaderas, arandelas planas y curvas, alambre N° 14 para el amarre de preforme de retenidas "entorchado" y bloquetas de concreto (tipo tronco piramidal) de 500 mm x 500 mm x 200 mm.

Para el tensado de dicha retenida a poste se realiza con teclé mecánico de 1.5 Toneladas de Capacidad.

La ubicación y orientación de las Retenidas serán las que se indiquen en los Planos del Proyecto y en los Armados correspondientes.

Luego de ejecutada la excavación, se fijará, en el fondo del agujero, la Varilla de Anclaje con el Bloque de Concreto correspondiente. El relleno de agujero se ejecutará después de haber alineado y orientado adecuadamente la Varilla de Anclaje. Al concluir el relleno y la compactación, la Varilla de Anclaje debe sobresalir 200 mm del nivel del terreno.

En el Sistema de Utilización en 22.9 kV Tierras Nuevas, se han instalado retenidas inclinadas simples, dobles y verticales, éstas de acuerdo al tipo de armado que mande el proyecto.



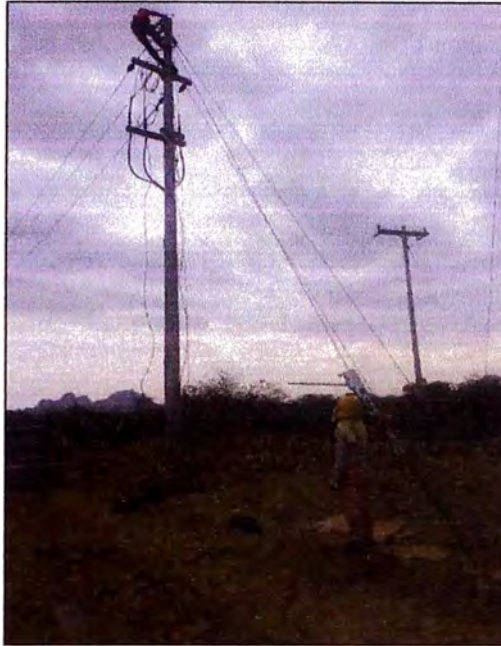


Figura N° 2.9: Instalación de accesorios de concreto. Fuente OPIC.

### **2.3.10. Instalación de Aisladores y Ferretería en postes**

Actividad que consiste en colocar toda la ferretería eléctrica y los aislador tipo PIN y de suspensión, esto depende del detalle de armado especificados en el proyecto.



Figura N° 2.10: Instalación de accesorios de concreto. Fuente OPIC.

### **2.3.11.Pretendido de Conductor aéreo desnudo en media tensión por terna**

Actividad que consiste en instalar los conductores aéreos desnudos (AAAC 35 mm<sup>2</sup> y AAAC 120 mm<sup>2</sup>) de Media tensión por medio de equipos como Camión Grúa y elementos que facilitan el recorrido como son las poleas. Luego del proceso de pretendido de conductor aéreo se deja sin tensionar por un tiempo mínimo de 24 horas a fin de que adopte las características nominales de operación.

Los Conductores serán manipulados con el máximo cuidado a fin de evitar cualquier daño en su superficie exterior o disminución de la adherencia entre los alambres de las distintas capas. Se mantendrá permanentemente separados del terreno, árboles, vegetación, zanjas, estructuras y otros obstáculos durante todas las operaciones de desarrollo y tendido.

Para tal fin, el pretendido de los Conductores se efectuará por un método de frenado mecánico aprobado por la Supervisión. Para ello deberán ser desenrollados y extendidos de tal manera que se eviten retorcimientos y torsiones; y serán levantados por medio de herramientas de material, tamaño o una curvatura que no pudieran causar daño. El radio de curvatura de tales herramientas no será menor que la especificada para las poleas de pretendido.





Figura N° 2.11: Pretendido de conductor aéreo. Fuente OPIC.

### **2.3.12. Tendido y Puesta en flecha del Conductor aéreo desnudo en media tensión por terna**

La Puesta en Flecha de los Conductores se llevará a cabo de manera que las tensiones y flechas indicadas en la tabla de tensado, no sean sobrepasadas para las correspondientes condiciones de carga. Se ejecutará por separado según las secciones delimitadas por estructuras de anclaje.

Se dejará pasar el tiempo suficiente después del tendido y antes de la Puesta en Flecha para que el Conductor se estabilice. Se aplicará las tensiones de regulación tomando en cuenta los asentamientos (CREEP) durante este período. La Flecha y la tensión de los Conductores serán controladas por lo menos en dos Vanos por cada sección de tendido. Estos dos Vanos estarán suficientemente alejados

uno del otro para permitir una verificación correcta de la uniformidad de la tensión.

Mediante apropiados teodolitos, miras topográficas, taquímetros y demás aparatos se harán uso para un apropiado control de la Flechas.

La Supervisión podrá disponer con la debida anticipación, antes del inicio de los trabajos, la verificación y recalibración de los teodolitos y los otros instrumentos que utilizará el Contratista.

### **Tolerancias**

En cualquier Vano, se admitirán las siguientes tolerancias del tendido respecto a las Flechas de la Tabla de Tensado:

- Flecha de cada Conductor : 1%
- Suma de las Flechas de los tres Conductores de fase: 0,5 %

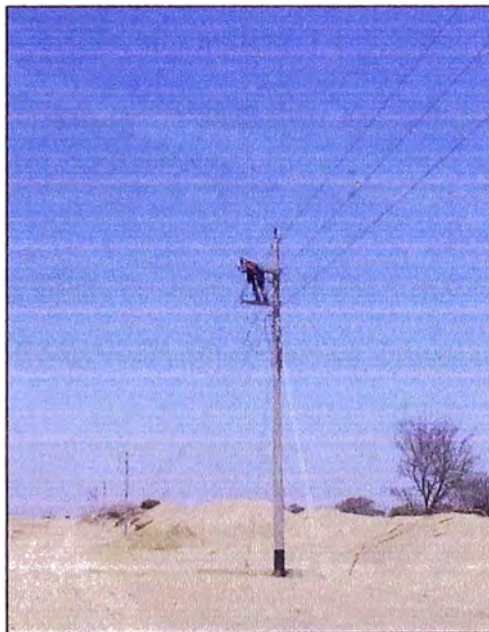


Figura N° 2.12: Puesta en flecha de conductor aéreo. Fuente OPIC.

### **2.3.13.Excavación de hoyos para Pozos a Tierra tipo 1 y tipo 2**

Esta labor consiste en realizar excavaciones para los pozos a tierra, ya sean del tipo 1 y tipo 2.

#### **2.3.13.1.Pozo a Tierra tipo1**

Son para aterrizar la ferretería eléctrica de media tensión, este pozo tiene una disposición de enterramiento del electrodo en forma horizontal, el electrodo es de material Copperweld de 5/8"  $\Phi$  x 2400 mm de longitud.

Este tipo de pozo tiene una excavación de 1000 mm x 3000 mm x 1400 mm de profundidad.

Se pondrán a tierra, mediante conectores, las siguientes partes de las estructuras:

- Las Espigas de los Aisladores Poliméricos tipo PIN (sólo con Postes y Crucetas de Concreto)
- Los pernos de sujeción de las Cadenas de Poliméricos de Anclaje (sólo con Postes y Crucetas de Concreto)
- Los soportes metálicos de los Seccionadores – fusibles.
- Los soportes metálicos de Pararrayos

#### **2.3.13.2.Pozo a Tierra tipo 2**

Este tipo de pozo tiene una excavación de 1000 mm x 1000 mm x 2500 mm de profundidad. Por tener una profundidad mayor a 1200 mm, es un trabajo de alto riesgo, en un espacio

confinado, por lo que se tiene un procedimiento específico para este tipo de excavaciones.

El equipamiento Electromecánico principal serán puestas a tierra donde indique los Planos del presente proyecto; se utilizará conductores del tipo THW con cubierta de Polietileno de color amarillo o verde y recorrerán según el caso: Para Subestación Eléctrica tipo Aérea Monoposte (SAM), Poste de Medición a la Intemperie por la parte interior de los postes de concreto y para la caseta de celdas tipo Convencional de Superficie por canalización tipo trinchera y por tubería de PVC enterrada.

Para ambos casos serán conectados a electrodos de cobre electrolítico puro de 5/8"  $\Phi$  x 2400 mm en forma vertical en el terreno; el cual tendrá un sistema antirrobo se detalla en las láminas de detalle.

Se pondrán a tierra, mediante conectores, las siguientes partes de las estructuras:

- Celdas Modulares de Media Tensión y Celda de Transformación.
- Transformador de Servicios Auxiliares.
- Transformador Monofásico de 7,5 kVA y 15 kVA (Actuadores de Válvulas)
- Tableros de Distribución de Baja Tensión.

- Reconector automático (Recloser).

Los detalles constructivos de la Puesta a Tierra se muestran en las Láminas de detalle de los Armados y es denominado como Puesta a Tierra tipo PAT-2.

Para ambos tipos de excavaciones se necesita una retroexcavadora y la mano de obra de oficiales electricistas y peones.



Figura N° 2.13: Excavación de terreno para instalación de PAT. Fuente OPIC.

#### **2.3.14. Instalación de Pozos a Tierra del tipo 1 y tipo 2**

Esta labor consiste en instalar todos los accesorios necesarios, como la colocación de los electrodos correspondientes al tipo de pozo a tierra, así como sus accesorios antihurto, el conductor de cobre para aterramiento THW-90 de 35 mm<sup>2</sup>, conectores de cobre tipo perno partido de 35 mm<sup>2</sup>.

Durante la excavación, la tierra fina será separada de los conglomerados gruesos que no son reutilizables para el relleno. El relleno se prepara mezclando en seco la tierra fina (tierra vegetal del

lugar) con Bentonita (50kg/m<sup>3</sup>), sal industrial. Luego se esparce lentamente la mezcla tierra con Bentonita con abundante agua de modo que se forme una argamasa. Por último se termina los pozos a tierra colocando la caja registro de concreto armado con tapa circular con su respectivo rotulado de pozo a tierra.

El Electrodo se ubica al centro del Pozo, continuando el relleno. La cobertura final se hace con la misma tierra del sitio para reproducir el aspecto externo, y/o preparar la base para la Caja de Registro a ser construida o bien colocada; se debe tener presente que al cabo de 24 horas, la superficie el área rellena se hundirá (0,1 m), lo cual obliga a prever la cobertura en forma sobresaliente al nivel natural del suelo.

Posteriormente a la instalación de Puesta a Tierra, se medirá su Resistencia de cada Puesta a Tierra y los valores máximos a obtenerse serán los indicados en las normas vigentes, y para Líneas y Redes Aéreas serán los siguientes:

- Estructuras de Seccionamiento : menor a 25 Ohms.
- Otras Estructuras : M.T menor a 25 Ohms.
- En el Trafomix y otros equipos: R (M.T) menor a 25 Ohms y R (B.T) menor a 5 Ohms.

### **2.3.15.Montaje de Subestaciones Monopostes**

Se deberá verificar la ubicación, disposición y orientación de las Subestaciones Monoposte y las podrá modificar con la aprobación de la Supervisión.

Los Transformadores Monofásicos se fijarán directamente al Poste mediante pernos y accesorios adecuados.

El lado de Alta Tensión de los Transformadores se ubicará hacia el lado de la pista y se cuidará que ningún elemento con tensión quede a menos de 2,0 m de cualquier objeto, edificio, casa, etc.

Los Seccionadores-fusibles y Pararrayos se montarán en medias palomillas siguiendo las instrucciones del fabricante. Se tendrá cuidado que ninguna parte con tensión de estos Seccionadores-Fusibles y pararrayos, quede a distancia menor que aquellas estipuladas por el Código Nacional de Electricidad, considerando las correcciones pertinentes por efecto de altitud sobre el nivel del mar.

Se comprobará que la operación del Seccionador no afecte mecánicamente a los postes, a los bornes de los Transformadores, ni a los Conductores de conexionado. Los Seccionadores-fusibles una vez instalados y conectados a las líneas de 22,9 kV y al Transformador, deberán permanecer en la posición de "abierto" hasta que culminen las Pruebas con Tensión de la Línea.

Los Tableros de Distribución suministrados por el fabricante, con el equipo completamente instalado, serán montados en los Postes, mediante abrazaderas y pernos.

El conexionado de conductores en 22,9 kV o en baja tensión se hará mediante terminales de presión y fijación mediante tuercas y contratueras.





Figura N° 2.14: Subestación Monoposte. Fuente OPIC.

### **2.3.16. Montaje de Postes de Medición a la Intemperie (P.M.I.)**

Se deberá verificar la ubicación, disposición y orientación de las Subestaciones Monoposte y las podrá modificar con la aprobación de la Supervisión.

El Cliente ejecutará el montaje y conexionado de los equipos de cada P.M.I., de acuerdo con los Planos. OPIC a cada Estructura P.M.I, sólo se le instalará Seccionadores Fusibles (sin fusible chicote) y Pararrayos. (El Trafomix, medidor y demás accesorios de conexión y fijación serán suministrados e instalados por el usuario final).

Los Seccionadores Fusibles y Pararrayos se montarán en las Media Palomilla de Concreto siguiendo las instrucciones del fabricante. Se tendrá cuidado que ninguna parte con tensión de estos Seccionadores-fusibles y/o Pararrayos, quede a distancia menor que aquellas



estipuladas por el Código Nacional de Electricidad, considerando las correcciones pertinentes por efecto de altitud sobre el nivel del mar.

Se comprobará que la operación del Seccionador no afecte mecánicamente a los Postes, a los Bornes de los Transformadores, ni a los Conductores de conexionado.

### **2.3.17. Pruebas y Puesta en Marcha**

Actividad que consiste en realizar las Pruebas de Precomisionamiento y Comisionamiento con presencia de Supervisión a fin de obtener la conformidad de la construcción de la Línea Eléctrica de Media Tensión para Tierras Nuevas y su puesta en Servicio.

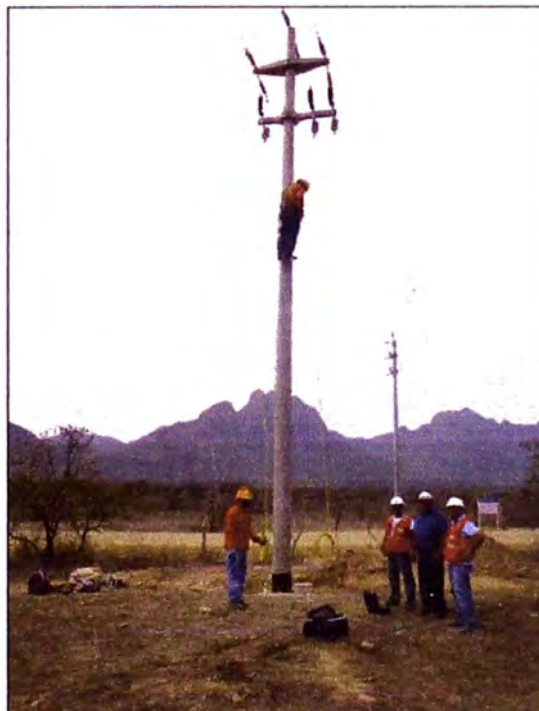


Figura N° 2.15: Pruebas para poner en Servicio la línea en M.T. Fuente

OPIC.

## **2.4. METODOLOGÍA LAST PLANNER SYSTEM (SISTEMA DEL ULTIMO PLANIFICADOR)**

### **2.4.1. Definición.**

Basándose en la teoría Lean Construction, Herman Glenn Ballard y Gregory A. Howell desarrollaron un sistema de planificación llamado "Last Planner System", que en español significa "Sistema del Último Planificador". Este sistema incorpora la filosofía del Lean a la construcción, concibiéndola no solo como un proceso de transformación, sino como un flujo de materiales e información que busca generar valor para el cliente, lo que permitirá optimizar la productividad al mejorar la confianza en la secuencia del flujo de trabajo, resultando en una reducción de los desperdicios y las pérdidas.

Según los creadores del sistema, los principales obstáculos presentes en la construcción son:

- a. La planificación no se concibe como un sistema, sino que se basa plenamente en la experiencia del profesional a cargo de la programación.
- b. La gestión se enfoca en el corto plazo, descuidando el largo plazo.
- c. No se mide el desempeño obtenido.
- d. No se analizan los errores en la planificación ni las causas de su ocurrencia.

En los proyectos, la planificación maestra define lo que debería hacerse. Pero no todas las actividades que deberían realizarse pueden

ser realizadas, ya que poseen ciertas restricciones que lo impiden. Sólo si se liberan todas las restricciones que posee una actividad, esta podrá ser ejecutada. Entonces, “lo que debe ser hecho” se debe comparar con “lo que puede ser hecho”. Si “lo que se hará” está incluido en “lo que puede ser hecho” y a su vez, “lo que puede ser hecho” está incluido en “lo que debería ser hecho”, hay altas probabilidades de que lo que se planificó se cumpla. Si por el contrario “lo que puede ser hecho” está incluido en “lo que se hará”, no se cumplirá la programación. Lo que busca este sistema es tener una programación confiable.



Figura N° 2.16: La formación de asignaciones en el proceso de planificación del Last Planner.

El Sistema del Último Planificador (Last Planner System) consiste en una estructura jerárquica de 3 niveles de planificación: la Planificación Inicial o Planificación Maestra, que cubre todas las asignaciones del proyecto señalizando los hitos, se determinan tiempos de ejecución, actividades generales y los recursos para el desarrollo óptimo del proyecto. El segundo nivel es la Planificación Intermedia (Lookahead)

o Lookahead Planning, que genera un programa de trabajo que se piensa puede ser ejecutado en un periodo de tiempo, por incorporar información del estado actualizado del proyecto y de la disponibilidad de recursos. Y el tercer nivel es de la Planificación Semanal, que presenta el mayor nivel de detalle, escogiendo asignaciones a futuro en base a lo que se sabe puede ser hecho, atribuyendo responsabilidades de forma específica y clara. El personal que realiza este último nivel de planificación, que son los que directamente ejecutan las asignaciones, es el llamado Último Planificador.

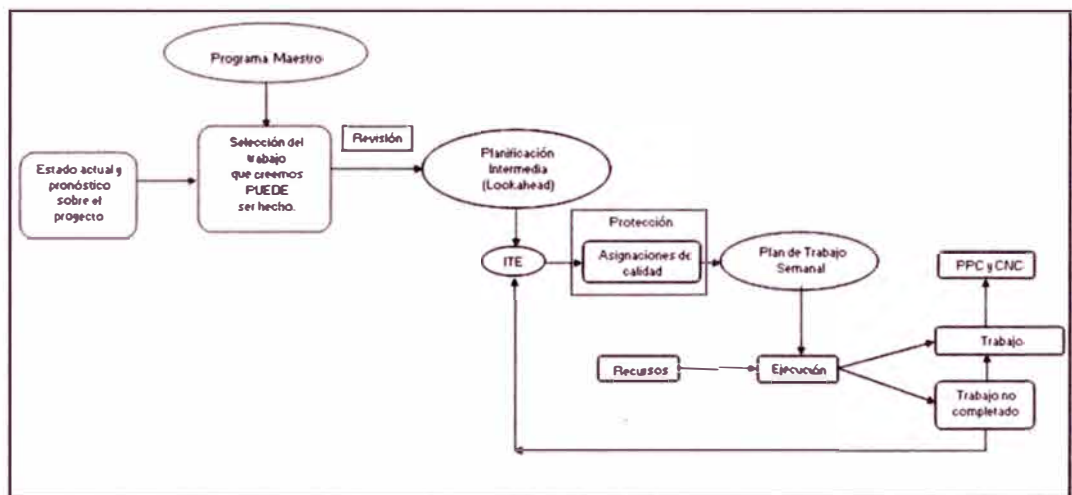


Figura N° 2.17: Esquema del Sistema Last Planner.

## 2.4.2. Elementos del Sistema del Último Planificador.

### 2.4.2.1. Cronograma o Programa Maestro.

El Programa Maestro es la planificación inicial, que proporciona las directrices de coordinación de todas las actividades que conforman el proyecto. Este programa le pone fechas a los objetivos planteados, es decir, establece las

metas del proyecto y sirve para identificar los hitos de control del proyecto.

La estructura básica del trabajo se determina subdividiendo el programa en partes, estableciendo la secuencia en que las actividades serán ejecutadas. El programa maestro debe demostrar la factibilidad de completar la obra en el en el periodo de tiempo determinado, visualizar los ítems importantes y/o complejos que requieren tiempos prolongados de preparación, y desarrollar las estrategias para la ejecución del proyecto.

Esta etapa es de vital importancia para que el Sistema del Último Planificador (Last Planner System) proporcione los beneficios esperados. El programa maestro o planificación inicial debe ser desarrollado con información que represente el verdadero desempeño que posee la empresa en obra, ya que se estarán supervisando tareas que demuestran la forma real en que trabaja la empresa.

#### **2.4.2.2.Lookahead (Planificación Intermedia)**

Lookahead (Planificación Intermedia) es un intervalo de tiempo en el futuro, que permite tener una primera idea de qué actividades serán programadas, para lo cual se debe coordinar todo lo necesario para que estas se puedan realizar: el diseño, los proveedores, la mano de obra, la información y los requisitos previos, preparando las actividades que pueden ser desarrolladas en un periodo de tiempo, que normalmente va

desde cuatro hasta seis semanas. Esta actividad permitirá liberar las restricciones que afectan al desarrollo de las tareas de las semanas próximas y con las actividades libres de restricciones, se creará un Inventario de Trabajo Ejecutable (ITE), del que se traspasaran las tareas a la Programación Semanal.

Las funciones del proceso de la Planificación Intermedia (Lookahead) son las siguientes:

- a. Formar la secuencia del flujo de trabajo y su calcular su costo.
- b. Proponer el flujo de trabajo y su capacidad.
- c. Descomponer las actividades del programa Maestro en paquetes de programas y operaciones de trabajo de más fácil manejo.
- d. Desarrollar métodos detallados para la ejecución del trabajo.
- e. Mantener un inventario de trabajo ejecutable.
- f. Poner al día y revisar los programas del nivel superior.

La función principal que tiene la Planificación Intermedia (Lookahead) es el control del flujo de trabajo. La idea principal es que el trabajo tenga una mejor secuencia y que se pueda evitar así los tiempos ociosos de las unidades de producción. Así como el control de la unidad de producción controla la

unidad productiva, el control del flujo de trabajo controla el traspaso de los trabajos desde una unidad de producción a otra. La responsabilidad de este control recae sobre esta etapa.

La ventana Lookahead es el número de semanas sobre el cual se extiende la Planificación Intermedia (Lookahead) y es escogido de acuerdo a las características del proyecto, la confiabilidad del sistema de planificación, y los tiempos de respuesta para la adquisición de información, materiales, mano de obra y maquinaria. Algunas actividades tienen tiempos de respuestas largos para generar el abastecimiento, es decir, un largo período desde el momento en que se piden recursos hasta que éstos son recibidos.

Las asignaciones potenciales entran a la ventana Lookahead y se mueven hacia adelante, semana a semana, hasta que puedan ingresar al Inventario de Trabajo Ejecutable (ITE), sólo si todas las restricciones han sido removidas y se encuentran en una secuencia apropiada de ejecución. Si el planificador percibe una restricción en una de estas actividades, no podrá dejarla avanzar hacia delante. El objetivo es mantener un inventario que realmente sea posible de ser ejecutado sin contratiempos.

Los planes de trabajo semanal son formados desde el ITE, mejorando así la productividad de quienes reciben estas

asignaciones e incrementando la confiabilidad del flujo de trabajo para la siguiente unidad de producción.

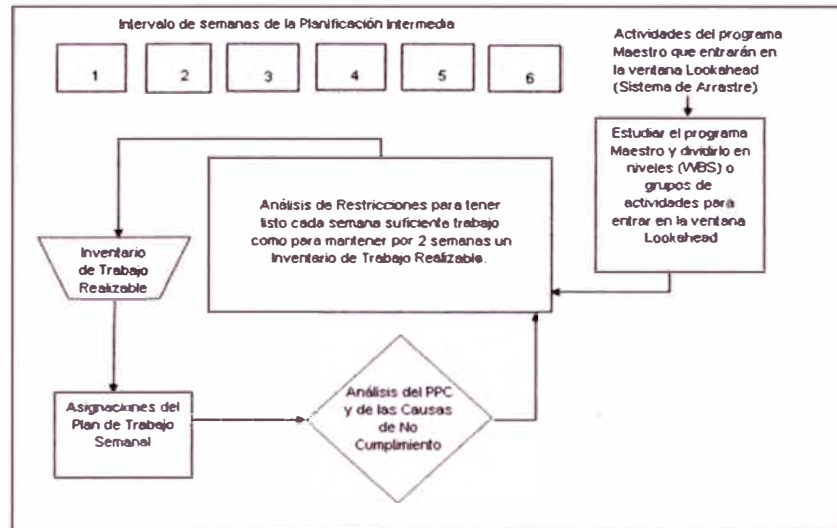


Figura N° 2.18: Proceso Lookahead, alistar (Make Ready) mediante revisión (Screening) y arrastre. Ballard, 2000.

Las funciones antes mencionadas deben ser cumplidas por ciertos procesos específicos:

- a. Definición de actividades.
- b. Balancear la carga con la capacidad.
- c. Arrastrar el trabajo desde las unidades de producción anteriores.
- d. Análisis de restricciones.
- e. Hacer un inventario de trabajos listos para ser hechos.



#### **2.4.2.3.Revisar la Secuencia y Orden de las Actividades y Desarrollar Detalladamente los Métodos de Ejecución.**

Pese a que en la realización del programa maestro se considera este punto, nunca está de más verificarlo. Esta es un punto propicio para esta revisión, ya que la Planificación Intermedia (Lookahead) posee mayor grado de detalle que el programa maestro. Este nivel de detalle permitirá clarificar de mejor forma las restricciones que impiden realizar una determinada tarea. Lo que se obtiene es un conjunto de tareas para un intervalo de tiempo dado. Cada una de estas tareas tiene asociada un conjunto de restricciones, que determinan si la tarea puede o no ejecutarse.

#### **2.4.2.4.Balance de Carga de Trabajo y Capacidad.**

Carga es la cantidad de salidas esperadas para una unidad de producción en un tiempo dado. Capacidad se refiere a la cantidad de trabajo que una unidad de producción puede lograr en un tiempo dado. Lo ideal es que la carga de trabajo que se asigna a una unidad de producción se nivele con la capacidad que tiene dicha unidad para realizarlo.

La Planificación Intermedia (Lookahead) mantiene un inventario de asignaciones realizables para cada unidad de producción. Se requiere la estimación de la carga de todas las partes del plan que realizará cada unidad de producción y las capacidades de cada una para lograr la finalización del trabajo. Los métodos convencionales calculan una cantidad de carga

para cada unidad de producción, basados en los mejores promedios de datos históricos, como por ejemplo, las horas de trabajo para encofrar un metro cuadrado de columnas, pero estos vienen cargados de una gran cantidad de pérdidas.

Independientemente de la exactitud de carga y de los estimados de capacidad, la carga puede sufrir un cambio para equilibrar la capacidad, la capacidad puede ser modificada para emparejar la carga o una combinación de las dos.

#### **2.4.2.5.Sistema de Arrastre (Pull)**

El Sistema de Arrastre permite introducir información y recursos en el proceso de producción, solo si el proceso es capaz de hacer el trabajo. En el Sistema del Último Planificador (Last Planner System), el Sistema de Arrastre conforma asignaciones con criterios de calidad, lo que constituye un chequeo de carga, capacidad, secuencia, etc.

#### **2.4.2.6.Análisis de las Restricciones**

En cada una de las actividades ingresadas a la Planificación Intermedia (Lookahead), se deben identificar qué factores impiden que estas puedan ser realizadas. A estos factores se les conoce como restricciones.

Las restricciones más comunes en la construcción son:

- a. Diseño: Involucra a todas las actividades que no están definidas en el proyecto, ya sea por incongruencia

entre las especificaciones técnicas y los planos o simplemente por omisión o cambios.

- b. **Materiales:** Se refiere a que los materiales necesarios para ejecutar la actividad que deben estar disponibles en obra antes de la fecha de inicio programada para dicha actividad.
- c. **Mano de Obra:** Se debe tener presente la cantidad de mano de obra disponible para realizar una actividad.
- d. **Equipos y Herramientas:** Se refiere a tener disponibilidad de equipos y herramientas necesarias para realizar una actividad en el momento indicado.
- e. **Prerrequisitos:** Se refiere a que las actividades que deben cumplirse antes que se inicie una actividad, ya estén ejecutadas.
- f. **Calidad:** Se refiere a que la existencia de un control de calidad por parte de la empresa. En caso de existir, se debe detallar, previamente a la realización de la actividad, qué requisitos serán exigidos y evaluados posteriormente.

Para actividades especiales, puede haber otro tipo de restricciones aparte de las recién mencionadas, como por ejemplo, inspecciones, permisos, etc. En estos casos, también habría que incluirlas en el listado de restricciones y realizar su debido seguimiento para liberarlas.

Además a cada actividad se le asigna un responsable de ejecución y un responsable de seguimiento. Ambos deben liberar las restricciones de la actividad para que pueda ser ejecutada según lo programado. También es recomendable poner las fechas tentativas de inicio y término de cada actividad.

La función principal del análisis de restricciones es analizar por qué una actividad no puede ser ejecutada, cuales son las limitaciones que impiden realizar una actividad y definir una estrategia que permita liberar a la actividad de sus restricciones para ser ejecutada según lo planificado.

El primer proceso para liberar las restricciones es el de la revisión, el cual consiste en determinar el estado de las tareas en relación a sus restricciones y a la posibilidad de removerlas antes del comienzo programado de la actividad, a partir de lo cual se puede elegir adelantarlas o retardarlas con respecto al programa maestro. Con este proceso se pueden detectar los problemas anticipadamente, con suficiente tiempo para resolverlos y no atrasar el inicio programado de la actividad. Si no existiera la revisión de las restricciones para cada actividad, se asumiría que todos los requisitos para ejecutar la actividad estarán disponibles al momento de querer iniciarla, lo cual casi nunca ocurre en obra, provocando un retraso en su inicio y afectando a toda la programación.

La revisión que se produce en esta etapa, se hace cuando la actividad es considerada para ingresar a la Planificación Intermedia (Lookahead).

La teoría dice que sólo deben ingresar en la ventana Lookahead aquellas actividades que, según el planificador, tengan una alta probabilidad de ser ejecutadas en la fecha programada. Si el planificador no está seguro de que las restricciones pueden ser removidas, las potenciales actividades serán retardadas y no ingresaran a la Planificación Intermedia (Lookahead). La revisión es la primera oportunidad que se presenta para comenzar a estabilizar el flujo de trabajo, ya que se está tomando conocimiento que existen actividades que, llegado el momento, no podrán ejecutarse por no tener sus restricciones liberadas.

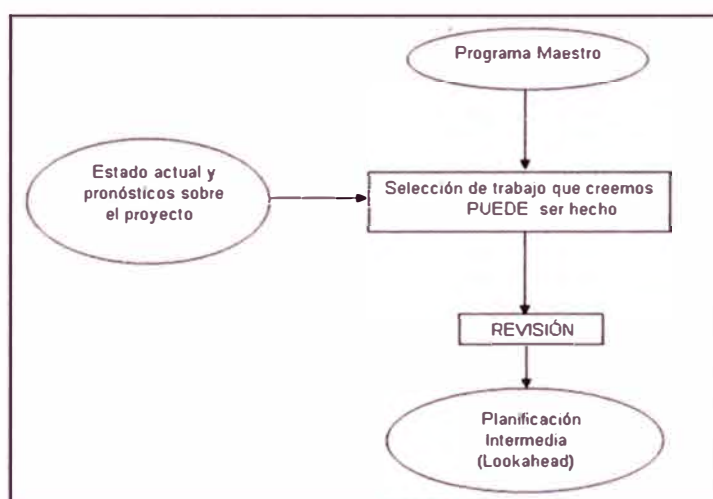


Figura N° 2.19: Esquema de Análisis de Restricciones.

El segundo proceso es la preparación de las restricciones. Se deben tomar las acciones necesarias para remover las restricciones de las actividades para que puedan comenzar en

la fecha programada. El liberar restricciones está íntimamente relacionado con los tiempos de respuesta de los proveedores de dicha actividad. Es por esto que debemos conocer el tiempo de respuesta más probable que nos brinda el proveedor, el cual como ya se dijo, debe ser más corto que la ventana de Planificación Intermedia (Lookahead). Luego se debe “arrastrar” el material hacia la obra, es decir, pedirle certeza al proveedor acerca de cuándo se contara con los ingresos provenientes de este para completar el proceso en el cual se utilizaran. En caso de ser necesario, se podrá “apresurar”, lo que implicara introducir recursos adicionales para acortar los tiempos de respuesta.

#### **2.4.2.7. Inventario de Trabajo Ejecutable (ITE)**

Cuando se liberan las restricciones de alguna actividad, esta actividad pasa inmediatamente a una lista de actividades que se pueden ejecutar y que se incorporaran a la Planificación Semanal (Plan de Trabajo Semanal). Esta lista es el Inventario de Trabajo Ejecutable (ITE). En este paso, se pasa de las actividades que se deben hacer, hacia las actividades que se pueden hacer.

Dentro del ITE pueden existir los siguientes tipos de actividades:

- a. Actividades con restricciones liberadas que pertenecen al ITE de la semana en curso que no pudieron ser ejecutadas.

- b. Actividades con restricciones liberadas que pertenecen a la primera semana futura que se desea planificar.
- c. Actividades con restricciones liberadas con dos o más semanas futuras (situación ideal de todo planificador)

Si una actividad del Planificación Semanal (Plan de Trabajo Semanal) no es capaz de ser ejecutada, o si se ejecutan algunas actividades antes de lo esperado, el ITE proveerá otras actividades, con lo que las cuadrillas de producción no quedarán ociosas, o no terminarán realizando tareas al azar que se salgan de la secuencia de trabajo y que más tarde generen trabajos más costosos o de mayor dificultad, lo que sería peor. Las actividades listas para ejecutar deben cumplir los mismos criterios de calidad que las asignaciones de la Semanal (Plan de Trabajo Semanal).

Luego de haber creado el inventario de trabajo ejecutable, se hace la Planificación Semanal (Plan de Trabajo Semanal), que no es más que seleccionar un conjunto de actividades del ITE que se realizarán en la semana siguiente.

#### **2.4.2.8. Planificación Semanal (Plan de Trabajo Semanal)**

El Planificación Semanal (Plan de Trabajo Semanal) es la planificación que presenta el mayor nivel de detalle antes de la ejecución de las actividades. Es realizada por el personal llamado Último Planificador, que son las personas que participan directamente en la ejecución del trabajo. Esta planificación es un compromiso que involucra sólo lo que

puede ser hecho, seleccionando las tareas que se encuentran dentro del Inventario de Trabajo Ejecutable. Escoger que actividades serán realizadas en la próxima semana desde el listado de las que pueden ser ejecutadas (ITE), recibe el nombre de Asignaciones de Calidad. De esta manera se protege de incertidumbres al flujo de producción y se crea un flujo confiable de trabajo tanto para la unidad que ejecutará las actividades de la Planificación Semanal, como para los que trabajarán en actividades posteriores en la misma línea de trabajo.

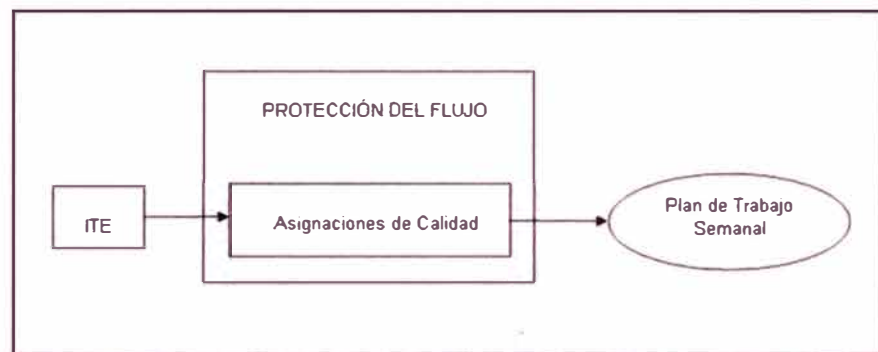


Figura N° 2.20: Esquema de Planificación Semanal.

El objetivo de este último nivel de planificación es controlar a la unidad de producción, logrando progresivamente asignaciones de mayor calidad a través del aprendizaje continuo y acciones correctivas. Las principales características que hacen que la asignación sea de calidad son:



- a. Actividades bien definidas para que puedan ser ejecutadas sin dudas, por lo que las asignaciones deben ser muy específicas en su descripción.
- b. La secuencia de trabajo de las actividades planificadas debe ser lógica. Las asignaciones se deben hacer a partir de aquellas consideradas "legítimas" en orden de prioridad y ejecución.
- c. La cantidad de trabajo seleccionada debe ser directamente proporcional a la capacidad que tenga la unidad de producción. Además se debe tener claro si los tamaños de las asignaciones se determinaran según la real capacidad, individual o grupal.
- d. Que no existan restricciones pendientes, es decir, que la unidad de producción tenga todo lo que necesita para iniciar el trabajo.

#### **2.4.2.9. Análisis de la Confiabilidad de la Planificación**

La retroalimentación es parte fundamental del sistema. El saber los motivos por los cuales no se completa la programación de cada semana permite mejorar el sistema. Para ello, la medición del Porcentaje del Plan Cumplido (PPC) es un buen indicador de la calidad de las asignaciones. El PPC es el número de actividades completadas que fueron programadas divididas por el total de actividades programadas para la misma semana. La actividad se considera como completada sólo si se ha finalizado. Es decir, si se ha hecho

menos de un 100% de lo que había programado hacer de la actividad durante la semana, la actividad se considera como no realizada. Si la actividad se encuentra ejecutada completamente se le asigna un 1 y si la actividad no se encuentra terminada según lo programado, se le asigna un 0.

Luego de saber que actividades programadas no fueron ejecutadas, se deben identificar las Causas de no Cumplimiento (CNC). El análisis de las CNC es una herramienta para identificar fallas en el sistema e implementar soluciones, ya que las causas de los no cumplimientos no sólo pueden ser fallas en la mano de obra, materiales o causas externas, sino que también pueden ser fallas en la ejecución del trabajo programado, pueden provenir de deficiencias a nivel organizacional, de procesos o de funciones. Esto ayuda a garantizar un flujo de trabajo continuo.

Entre las causas de no cumplimiento de la programación semanal podemos encontrar las siguientes razones:

- a. Falla en sistemas de información: Por ejemplo, considerar actividades prerrequisito como finalizadas, siendo que no es así.
- b. Falla en aplicar los criterios de calidad: Por ejemplo, tal vez la actividad no cumplió el avance programado para la semana porque se sobrestimo la capacidad de la cuadrilla.

- c. Cambio en las prioridades de la obra, destinando recursos a actividades urgentes.

### 2.4.3. Comparación del Modelo Tradicional de Planificación y el Modelo Last Planner.

En general, el modelo de planificación tradicional utilizado, se basa en el concepto de transformación, ya que no considera todas las actividades de flujo que existen entre actividades de transformación. La idea se resume en que a lo planificado (Debería) se asignan recursos y la actividad se ejecuta según el programa realizado.

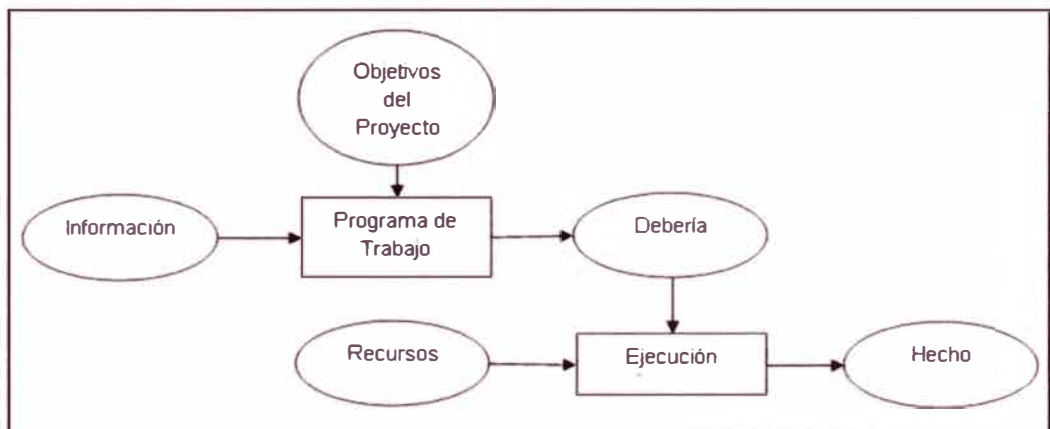


Figura N° 2.21: Sistema tradicional de Planificación "Push". Ballard, 2000.

Como se ve en el esquema, los recursos se asignan a las actividades programadas (debería), pero no se considera que hay actividades que no podrán ser realizadas aunque estén programadas. Esto debido a que puede faltar algún requisito previo que impida su ejecución en la fecha de inicio programada. Ahí empieza el problema, ya que al considerar en el programa semanal actividades que no podrán ser ejecutadas, se generará un atraso en toda la cadena productiva que

sigue a esta actividad, además de tener gente parada sin aportar a la producción. No se está diferenciando “lo que se puede hacer” con “lo que se debe hacer”. La idea es asignar recursos y esfuerzo a “lo que se puede hacer” y no a “lo que se debe hacer”.

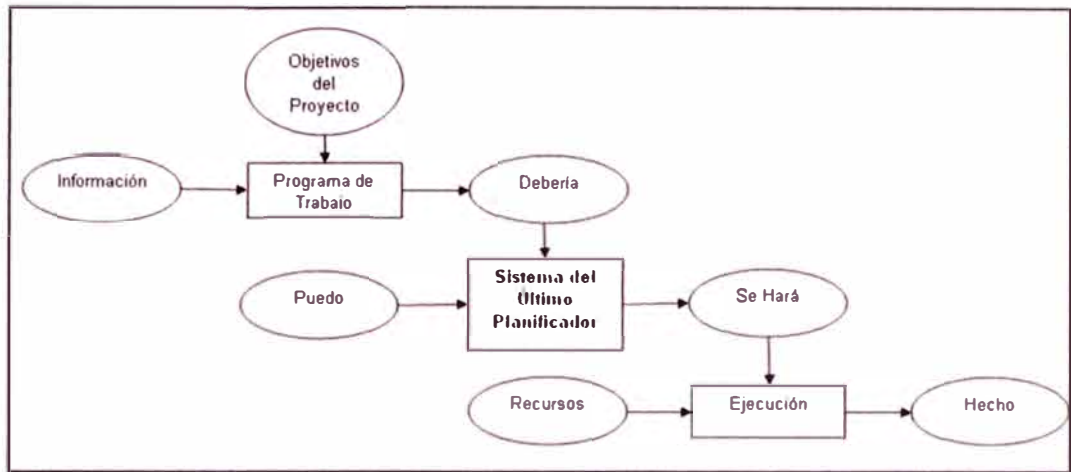


Figura N° 2.22: Esquema de Metodología Last Planner, sistema Pull.

Ballard, 2000.

Considerar “lo que puedo” y no “lo que debo hacer” y en función de eso determinar “lo que haré”, es la base del Sistema del Último Planificador (Last Planner System). Esta es una de las diferencias principales entre el método de planificación tradicional y el sistema planteado por el Lean Construction.

Como se indicó anteriormente, la planificación tiene una etapa muy importante que es la etapa del control. El sistema tradicional y el Lean presentan una pequeña diferencia entre qué es lo que se controla. Al asignar recursos a “lo que debo hacer”, se está privilegiando la producción y por el contrario, asignando recursos a “lo que puedo hacer”, se está privilegiando la productividad. Una baja producción no

implica una baja productividad, mientras que una baja productividad sí genera una menor producción. Entonces, tanto la productividad como la producción deben ser controladas en forma adecuada para que se pueda obtener un sistema equilibrado. Es importante controlar la producción con respecto a lo programado, para poder tomar acciones correctivas a tiempo y a la productividad, ya que se podría estar utilizando los recursos de manera inapropiada, pudiendo alcanzar el mismo progreso, en el mismo tiempo y con menos recursos. Ese gasto extra de recursos no se debe al uso de mala tecnología, sino a que no se está prestando atención a aquellas actividades presentes en la cadena productiva que no están agregando valor. No se debe buscar sólo hacer los subprocesos más eficientes a través de cambios tecnológicos, sino que el proceso en su conjunto debe hacerse más efectivo. Esta idea es la esencia de la Teoría de Flujo. Para poder realizar una comparación entre los principios del Lean y las características tradicionales de la construcción, se deben llevar los términos a un mismo nivel.

Asimismo, se pueden realizar comparaciones entre ambos tipos de producción. El modelo tradicional de producción se enfoca en el control del costo de las actividades, con el objetivo de detectar y corregir las ineficiencias del sistema. La manera en que se disminuyen los costos asociados a las fallas detectadas, es mediante la implementación de nueva tecnología. Este método es impuesto por la gerencia de la empresa y es responsabilidad del departamento de calidad.

Por otro lado, la producción basada en los principios Lean, se enfoca no sólo en el control, sino que también en la gestión y la mejora del

costo, tiempo y valor de los flujos, con el objetivo de prevenir posibles fallas del sistema. La manera de mejorar es disminuyendo las actividades de flujo y aumentando la eficiencia del proceso con mejoras continuas y tecnología. Este método no es impuesto por nadie, sino que se aplica por el convencimiento y la participación voluntaria del personal, por lo que la responsabilidad recae sobre todos los miembros de la empresa.

El siguiente cuadro resume las características de ambos métodos:

<b>Campo</b>	<b>Modelo Tradicional</b>	<b>Método Last Planner</b>
Objeto	Afecta a productos y a servicios	Afecta todas las actividades
Alcance	Actividades de control	Gestión, asesoramiento y control
Modo de Aplicación	Impuestas por la dirección	Por convencimiento y Participación
Metodología	Detectar y corregir	Prevenir
Responsabilidad	Del Departamento de calidad	Compromiso de todos los miembros de la empresa
Clientes	Ajenos a la empresa	Externos e internos
Conceptualización de la Producción	Consiste actividades de conversión y todas las actividades agregan valor al producto	Consiste en actividades de flujo y hay actividades que agregan valor o que no
Control	Costo de las actividades	Dirigido hacia el costo, tiempo y control de los flujos
Mejoramiento	Implementación de nueva tecnología	Reducción de las tareas de flujo y aumento de la eficiencia del proceso con mejoras continuas y tecnología

Tabla N° 2.8: Comparación entre Modelo Tradicional y Metodología Last Planner.

En resumen, la principal diferencia entre ambos métodos es como consideran a las actividades que no agregan valor. En un día típico en la construcción, se puede notar que del total del tiempo en teoría trabajado, hay un gran porcentaje que se ocupa en actividades que no

contribuyen a terminar la tarea encomendada. Este aspecto es mucho más importante que en el sector manufacturero, ya que en la construcción el factor humano es mucho mayor y, lamentablemente, los trabajadores son muy buenos para “evadir” el trabajo.

Un punto que casi siempre pasa inadvertido, es el cliente hacia el cual esta metodología está orientada. En el modelo del Lean no sólo se considera como cliente al destinatario final del trabajo, sino que introduce al cliente interno. En una cadena productiva el trabajo que hace un grupo, sirve de base para el trabajo que realizará el grupo que le sigue, por lo que el grupo que le sigue es también un cliente, que requiere un trabajo de calidad en el momento adecuado. No se trata solo de optimizar el sistema completo para poder cumplir los requerimientos del cliente final, sino que se dividirá el sistema en sub-sistemas y estos se optimizarán para satisfacer al cliente interno y por consecuencia, al cliente final. Es mucho más eficiente optimizar un sistema por partes que el todo de una vez.

Otro aspecto importante, es el compromiso que requiere un sistema basado en la filosofía Lean, por parte de todos los integrantes del grupo de trabajo. Toda la gente trabaja mejor en la medida que esté consciente que pertenece a un equipo y que sepa que todos trabajan por la misma causa. Las tareas impuestas no funcionan en ninguna parte, porque el efecto psicológico de rechazo al hacer algo que otra persona decide juega muy en contra de lo que se busca. La gente se tiene que sentir considerada dentro del grupo. En la medida que todo el personal esté más comprometido con sacar adelante el proyecto, las cosas funcionarán mucho mejor, el proceso será más transparente y el

grado de compromiso dará una mayor confiabilidad a los flujos de trabajo. Todo esto es muy importante y no es considerado en el modelo tradicional de planificación o producción.

La prevención es otro concepto que desarrollan los principios Lean. En construcción, los costos de hacer mal una tarea no son sólo monetarios, sino que también se utilizan recursos de mano de obra y tiempo en rehacerla. También se pueden prevenir atrasos debido a falta de materiales, herramientas o dudas que se tengan en el diseño. Adelantarse a los hechos, ampliando el horizonte y no sólo enfocarse en lo que se hará mañana o pasado mañana nos ayudara a evitar esos atrasos. No es común que esto se haga en las obras, ya que la presión es tan fuerte, que los profesionales a cargo no tienen tiempo de mirar tan a futuro.

#### **2.4.4. Sistema Last Planner: Visión Global**

En base a la estructuración del sistema que se ha detallado en los ítems anteriores, ahora pasamos a presentar un diagrama de flujo en el cual se puede visualizar todos los niveles jerárquicos de planificación en el sistema así como sus procesos principales.

Lo interesante de este diagrama es que se puede visualizar toda la concepción del sistema y cada etapa que se tiene que recorrer desde el Cronograma Maestro hasta la revisión final del PPC y Razones de No Cumplimiento de las tareas que fueron ejecutadas según el Plan de Trabajo Semanal. Así podemos guiarnos y entender la secuencia de análisis que se describió en el ítem 2.4.2 de Estructuración del Last Planner System (ver Figura N° 2.23).



Además Ballard también indica que el Last Planner System agrega un componente de control al sistema tradicional de gestión de proyectos. Si recordamos el diagrama para un sistema tradicional (Figura N° 2.21) y lo comparamos con el que se presenta en la Diagrama N° 8 podemos ver que se añade el componente del Last Planner. El cual, según palabras de Ballard, es un mecanismo para transformar lo que SE DEBERÍA (SHOULD) hacerse en lo que SE PUEDE (CAN) hacer, de esta manera obtenemos la Reserva de Trabajo Ejecutable (Workable Backlog) disponible a partir del cual se seleccionan las tareas que ingresarán en los Planes de Trabajos Semanales (Weekly Works Plans). Y estos Planes de Trabajos Semanales son los compromisos que asumen los últimos planificadores o Last Planner sobre lo que realmente SE HARA (WILL) (Ballard, 2000).

Por ello uno de los pilares de este sistema se basa en el compromiso del equipo para con las metas que se proponen en el proyecto.

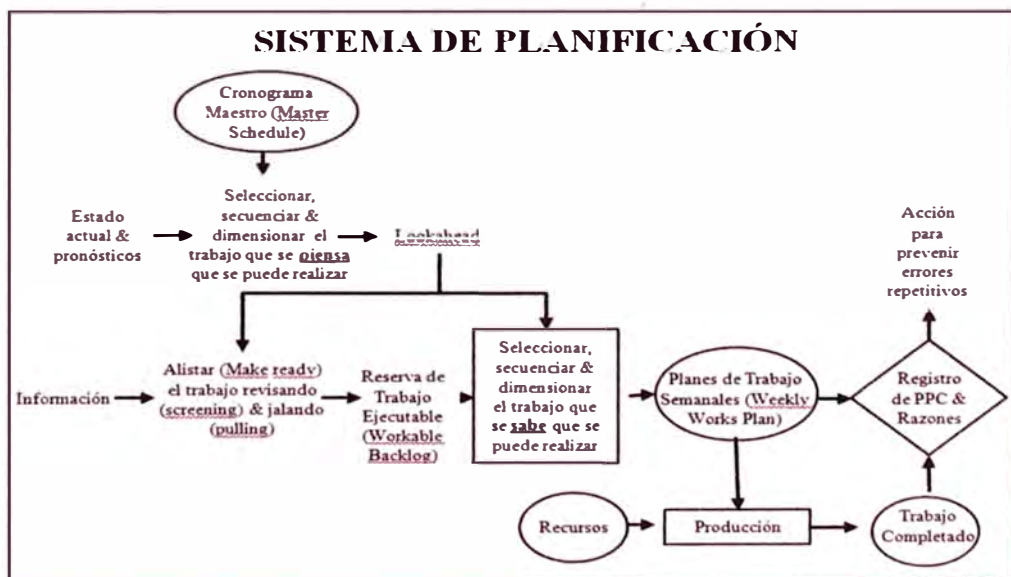


Figura N° 2.23: Sistema Last Planner, Lookahead en destaque.

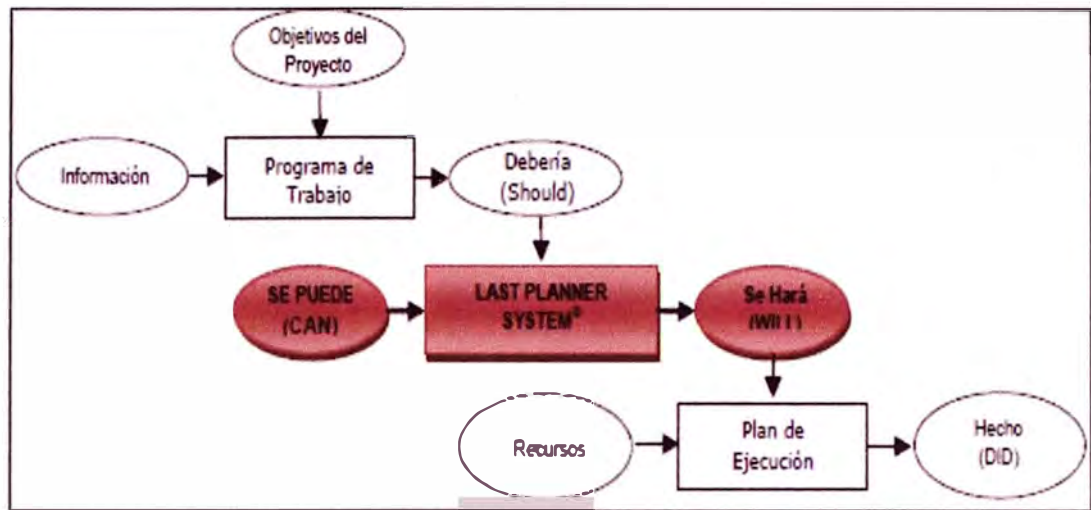


Figura N° 2.24: LPS, componente adicional al Sistema Tradicional.

Ballard, 2000.

### **CAPITULO 3**

## **DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE UTILIZACIÓN EN 22, 9 kV PARA TIERRAS NUEVAS DEL PROYECTO IRRIGACIÓN OLMOS APLICANDO LA METODOLOGIA LAST PLANNER.**

### **3.1. SISTEMA TRADICIONAL DE GESTIÓN**

A continuación se va a describir como es la gestión tradicional que estuvo llevando la empresa contratista (Odebrecht Perú Ingeniería y Construcción) y a partir de las falencias identificadas en este sistema, es que se propone un nuevo sistema de gestión utilizando el Last Planner System.

Además identificaremos en el sistema tradicional la participación de la supervisión en la ejecución de las obras para el Sistema de Utilización en 22,9 kV para Tierras Nuevas y que efecto tiene este sistema de gestión en cuanto a los cumplimientos de plazo para entrega de los lotes a los clientes.

El denominado sistema de gestión tradicional se puede considerar como un flujo en el cual el punto de partida es la promoción de un nuevo proyecto Sistema de Utilización en 22,9 kV para Tierras Nuevas de parte de la empresa contratista, seguidamente se contrata a las empresas especialistas para la construcción de obras de electrificación, seguidamente se procede con la ejecución de las obras para posteriormente el Sistema de Utilización en 22,9 kV para Tierras Nuevas sea entregada al área de Servicio al Cliente (SAC) para su evaluación y finalmente se procede con la entrega al Cliente. Este flujo ha sido graficado de la siguiente manera:

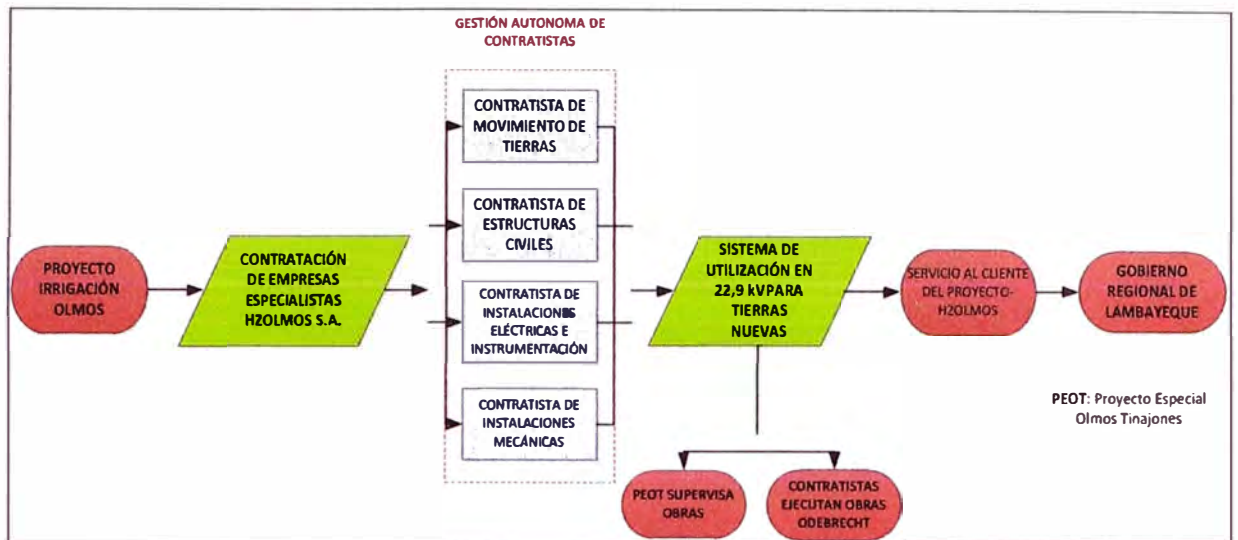


Figura N° 3.1: Diagrama de flujo de Sistema de gestión tradicional para un proyecto, Sistema de Utilización en 22,9 kV para Tierras Nuevas.

Lo que se ha querido representar en el diagrama de flujo, es el hecho de que cada empresa contratista coordina sus trabajos directamente con la supervisión de la empresa contratada por el cliente y no interactúa entre sí y la coordinación es mínima al no tener un sistema que los integre y comprometa.

A manera de un ejemplo sencillo, se muestra parte del cronograma general de obra utilizado por la empresa contratista, Odebrecht Perú Ingeniería y Construcción (OPIC), que se elabora al iniciar el proyecto de Sistema de Utilización en 22,9 kV para Tierras Nuevas en la etapa de construcción, asumiendo que se tiene todos los suministros de materiales, equipos de trabajos e ingeniería aprobados por el proyectista.

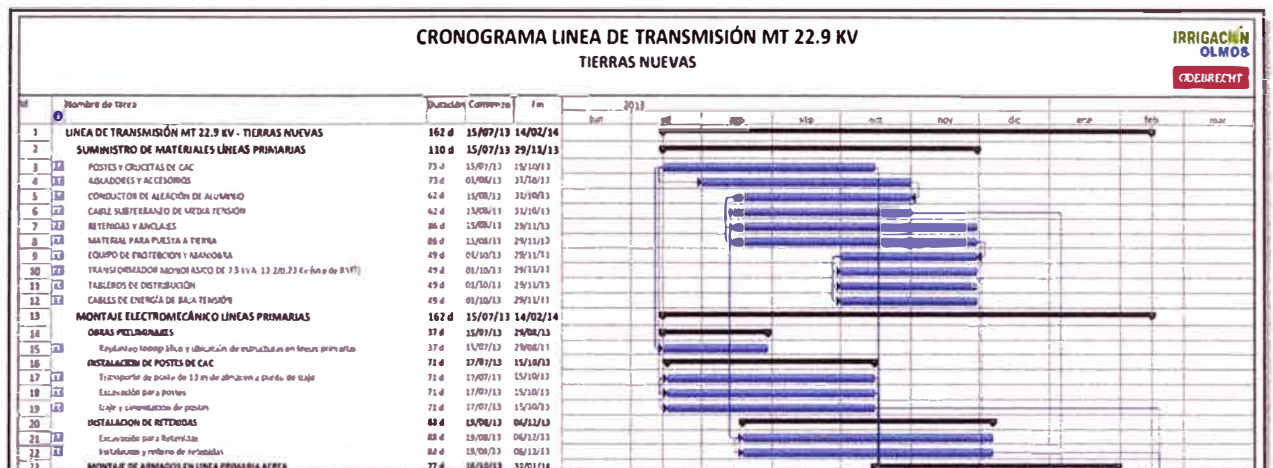


Figura N° 3.2: Ejemplo de Cronograma general para el proyecto de Sistema de Utilización en 22,9 kV.

Como podemos observar, en el cronograma líneas arriba se considera independiente la ejecución (Montaje) del suministro de materiales sin ningún tipo de traslape. Al trabajar de este modo, algunos de los problemas que se identificaron fueron:

- Poca o ninguna coordinación entre los otros frentes de trabajo del Proyecto general, Proyecto Irrigación Olmos.
- Plazos del proyecto bien extensos (en este caso 8 meses), pudiendo ser más cortos con una mejor coordinación y traslape entre el suministro y montaje.
- Al tener un atraso mínimo en el plazo de unos de los bloques del cronograma, se atrasará la entrega de todo el proyecto ya que se crea en sí toda una ruta crítica.

Las coordinaciones con cada contratista la realiza el Jefe de Proyecto en cuanto a temas contractuales y costos, mientras que el Supervisor de Obra se encarga de los temas de avance y calidad de obra.

En resumen, el sistema tradicional que ha venido utilizando la empresa contratista, para trabajos de líneas eléctricas en estudio, no es tan eficiente al no carecer de una visión clara de coordinación conjunta y definición de plazos traslapados para obtener un tiempo de entrega ideal para los clientes.

### **3.2. DESCRIPCIÓN DE LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA LAST PLANNER PARA EL SISTEMA DE UTILIZACIÓN EN 22,9 kV PARA TIERRAS NUEVAS DEL PROYECTO IRRIGACIÓN OLMOS**

La implementación del Sistema de "Last Planner" fue la solución encontrada para un mayor Control del Sistema de Utilización en 22, 9 kV para Tierras Nuevas, no busca la identificación de las diferencias entre lo planificado y lo realizado, su principal objetivo es la de causar mejor resultado, previendo el futuro de manera anticipada a fin de evitar diferencias entre lo planificado y lo realmente ejecutado, de esta manera se evitan o disminuyen acciones correctivas posteriores que impactan tanto en costos como en tiempos al resultado final.

El Control de la Producción mediante el Sistema de "Last Planner" se realiza a través del control del flujo de trabajo y el control de las unidades de producción. El primero se lleva a cabo principalmente a través del proceso de mirar hacia adelante (Lookahead planning) y el segundo a través de las planificación controlada de trabajo semanal.

La implementación del Sistema de "Last Planner" para el Sistema de Utilización en 22, 9 kV para Tierras Nuevas propone modificar el proceso de

Programación y control de la Obra con el fin de crear un ambiente estable de trabajo, protegiendo la producción de la incertidumbre y la variabilidad. El Sistema de "Last Planner" no es una metodología que reemplace o compita con los métodos tradicionales de barras y de redes conocidos, si no que los complementa y enriquece. Mientras que los métodos de redes manejan el camino crítico y el Sistema de "Last Planner" se preocupa de manejar la variabilidad; mientras los métodos de redes manejan fechas, el Sistema de "Last Planner" maneja flujos de trabajo. La planificación con los métodos de redes generalmente se usa para gestionar contratos, mientras que el Sistema de "Last Planner" se preocupa de gestionar interdependencias. El Sistema de "Last Planner" pretende incrementar la confiabilidad de la planificación y mejorar los desempeños.

### **3.2.1. Inducción**

Para poder proceder con la implementación del Sistema Last Planner (LPS) en el proyecto de Sistema de Utilización en 22,9 kV para Tierras Nuevas, se vio necesario dar algunos fundamentos básicos respecto a este sistema y nociones respecto a lo que es la Lean Construction. Por ello se preparó una inducción para el staff de obra.

La inducción preparada fue sencilla para que el equipo identifique cual es la principal finalidad de la implementación de este nuevo sistema de planificación.

#### **3.2.1.1. Objetivos**

- Mostrar la forma en que se llevaba el seguimiento del proyecto previo a la implementación del LPS.

- Cambiar el pensamiento de un sistema de planificación “push” a uno “pull” en donde se jalen las actividades para su ejecución.
- Mostrar cuál sería el flujo básico que se seguirá para la programación de actividades usando el LPS.

### **3.2.1.2. Situación del proyecto:**

Para iniciar la inducción, se mostró cómo hasta ese momento se estaba llevando la planificación y seguimiento del proyecto, dando las siguientes observaciones:

- Planificación de obra independientes entre cada frente de trabajo.
- Desfase de cronogramas.
- Continúas reprogramaciones generales con cada contratista.
- Restricciones no previstas a su debido momento.
- No hay mejora continua ante situaciones repetitivas.

Con esta primera parte se intentó identificar cuáles son nuestras falencias al hacer la programación y seguimiento de la obra de cada contratista, y sobre todo que los miembros del equipo se den cuenta que con este sistema no tenemos un real control del proyecto de forma global, lo cual sería reforzado con la siguiente etapa.



### 3.2.1.3. Cambio de pensamiento

Luego de indicar al equipo las falencias para coordinar cada obra, se profundizó en el pensamiento que se tenía hasta ese momento para planificar las actividades a ejecutar. Para ello se presentó dos objetivos del LPS y el pensamiento al que debemos apuntar y seguir.

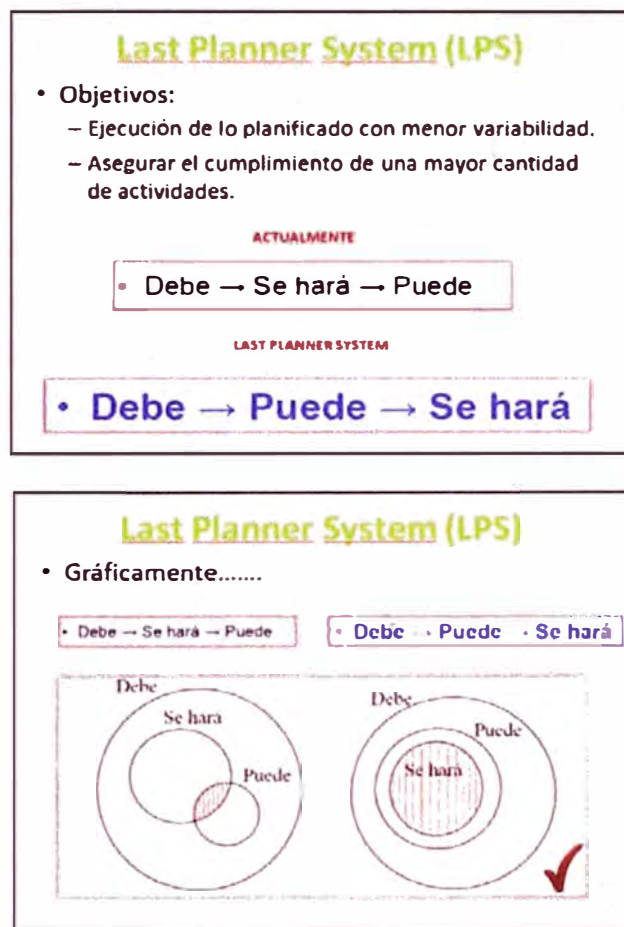


Figura N° 3.3: Condición del Sistema Last Planner .

### 3.2.2. Metodología del Sistema Last Planner

La implementación del Sistema de “Last Planner” para un mayor Control del Sistema de Utilización en 22, 9 kV para Tierras Nuevas se realizó tomando como punto de partida que “todos los planeamientos

son pronósticos, y todos los pronósticos están errados; que mientras más larga la predicción, más errada estará y mientras más detallada la predicción, más errada estará”.

Dicho Sistema “Last Planner” busca entre otros objetivo lo siguiente:

- Planificar a mayor detalle a medida que se aproxime el día en que se realizará el trabajo.
- Producir planeamientos colaborativamente con quienes realizarán el trabajo.
- Identificar y levantar las restricciones de las tareas planeadas como equipo.
- Hacer promesas confiables.
- Aprender de las interrupciones.



Figura N° 3.4: Esquema del Sistema Last Planner aplicado al Proyecto.

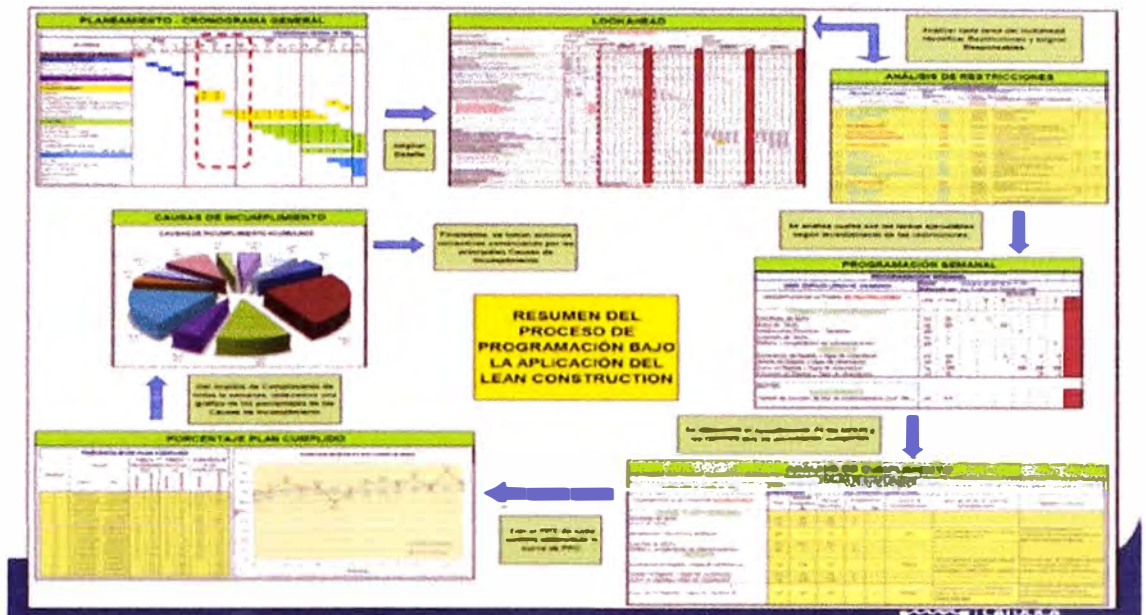


Figura N° 3.5: Diagrama de Flujo para Planificación y Seguimiento del Sistema Last Planner.

El Sistema de Control basado en “Last Planner” para el Sistema de Utilización 22,9 kV para Tierras Nuevas, tuvo como Metodología los siguientes pasos:

- A. Realizar listado y descripción de actividades.
- B. Realizar secuencia de actividades identificando secuencia y prioridades.
- C. Sectorizar el Sistema de Utilización en 22,9 kV para Tierras Nuevas en dos (02) sectores de similar amplitud.
- D. Dimensionar las cuadrillas de trabajo según rendimiento de mano de obra y equipos por actividad.
- E. Efectuar un tren de actividades para mayor disponibilidad y aprovechamiento de los recursos.
- F. Realizar un análisis de Restricciones por actividad para verificar cumplimiento a fin de planificar las actividades cada semana.

- G. Realizar como "Lookahead", Programación de 04 Próximas Semanas para cumplimiento de Metas de Productividad Mensuales.
- H. Elaborar Programaciones Semanales, según actividades liberadas por análisis de Restricciones previas y tren de actividades.
- I. Controlar el avance y Cumplimiento de Metas Semanales mediante análisis de Porcentaje de Plan Cumplido (PPC).
- J. Realizar Informes de Inconvenientes Semanales para Construcción de Línea de Media Tensión en 22,9 kV para Tierras Nuevas.

A continuación describiremos los pasos a seguir en la Metodología Last Planner.

#### **A. Descripción de actividades**

- Replanteo Topográfico.
- Descarga de Postes de Concreto.
- Descarga de accesorios de concreto.
- Traslado de Postes de concreto a punto de Izaje.
- Traslado de accesorios de concreto a punto de Izaje.
- Instalación de accesorios de concreto a Postes.
- Excavación de agujeros para Postes.
- Fabricación de solados para Postes.
- Instalación de Postes de Concreto.
- Excavación de agujeros para retenidas.

- Instalación de retenidas.
- Instalación de aisladores y ferretería en postes.
- Pretendido de conductor aéreo de Media Tensión.
- Tendido y Puesta en Flecha de conductor aéreo de Media Tensión.
- Excavación de agujeros para puesta a tierra.
- Instalación de puesta a tierra.
- Pruebas y Puesta en Marcha.

La descripción de las actividades mencionadas anteriormente, lo encontramos detalladamente en el capítulo 2, subcapítulo 2.3.

#### **B. Secuencia de Actividades:**

El sistema de utilización en 22,9 kV para Tierras Nuevas tiene dentro de su proceso la siguiente secuencia de actividades que son las más principales en el desarrollo del proyecto.

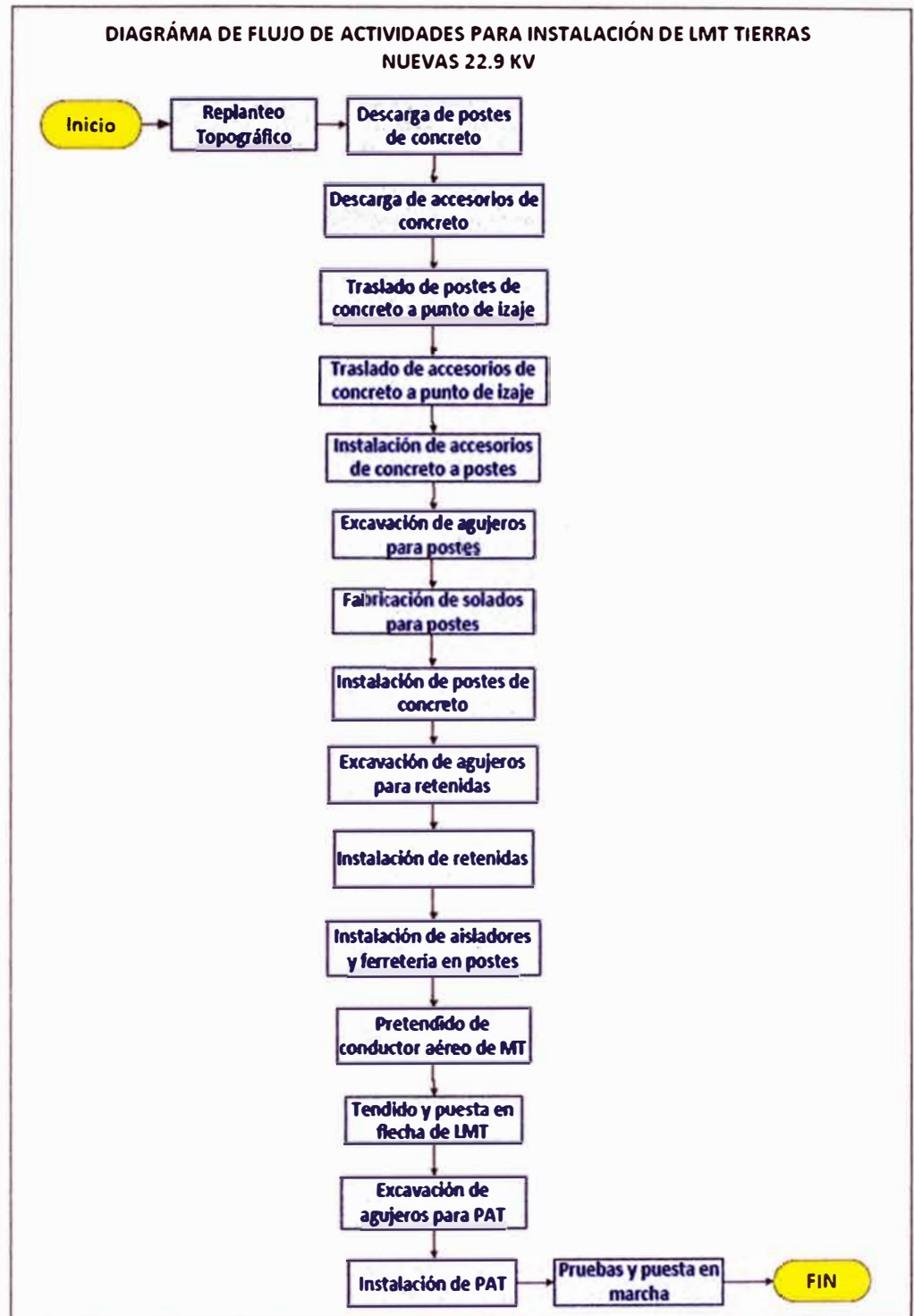


Figura N° 3.6: Secuencia de Actividades del Sistema de Utilización en 22,9 kV para Tierras Nuevas.

### C. Sectorización

El Sistema de Utilización en 22,9 kV para Tierras Nuevas se dividió en dos Sectores y por longitud de Línea Media Tensión cada una se subdividió en 12 tramos.

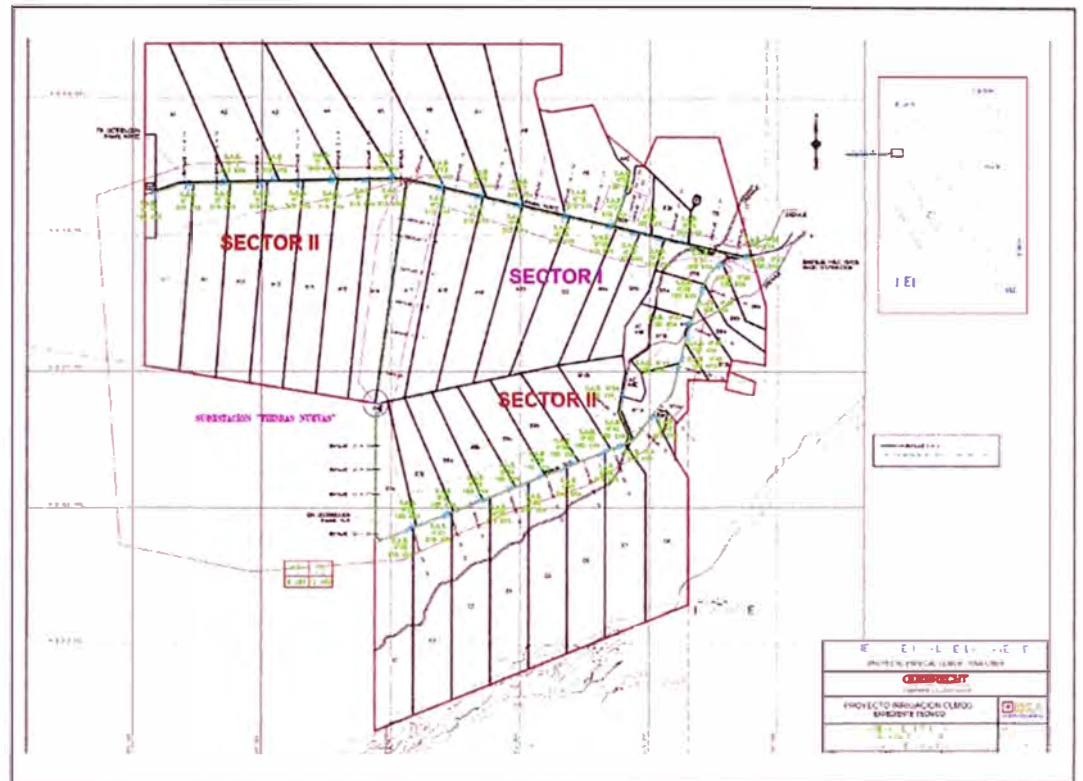


Figura N° 3.7: Sectorización de los circuitos del Sistema de Utilización en 22,9 kV.

Esta sectorización se realizó considerando metrados y cantidades similares a fin de poder equiparar los equipos de construcción.



ITEM	Partidas de Trabajo	Unidad	METRADO	
			SECTOR I	SECTOR II
1	Replanteo Topografico	Km	34.70	35.20
2	Descarga de postes de Concreto	Unid.	304.00	332.00
3	Descarga de Accesorios de Concreto	Unid.	912.00	996.00
4	Traslado de Postes de concreto a punto de izaje	Unid.	304.00	332.00
5	Traslado de Accesorios de concreto a punto de izaje	Unid.	912.00	996.00
6	Instalación de accesorios de concreto a postes	Unid.	912.00	996.00
7	Excavación de agujeros para Postes	Und	304.00	332.00
8	Fabricación de Solado para postes	Unid.	304.00	332.00
9	Instalación de Postes de concreto	Unid.	304.00	332.00
10	Excavación de agujeros para Retenidas	Unid.	260.00	290.00
11	Instalación de Retenidas	Unid.	260.00	290.00
12	Instalación de Aisladores y ferreteria en postes	Unid.	912.00	996.00
13	Pretendido de Conductor aéreo en M.T por terna	km	34.70	35.20
14	Tendido y Puesta en Flecha de Conductor aéreo en M.T, por terna	km	34.70	35.20
15	Excavación para agujeros de Puesta a Tierra (PAT)	Unid.	360.00	412.00
16	Instalación de Puesta a Tierra PAT1 y PAT2	Unid.	340.00	412.00
17	Pruebas y Puesta en Marcha	km	34.70	35.20

Tabla N° 3.1: Metrado de los dos Sectores del Sistema de Utilización.

#### D. Dimensionamiento de Cuadrillas

El Sistema de Utilización en 22,9 kV se dividió por cuadrillas de trabajo según actividad, rendimiento de mano de obra y equipos con el fin de definir el tren de actividades y ciclo de actividades por tramo.

#### E. Tren de Actividades

Para mayor aprovechamiento y productividad de recursos humanos y equipos para el Sistema de Utilización en 22,9 kV para Tierras Nuevas se definió el siguiente tren de actividades en ciclo de actividades de 04 días para los 18 tramos de los 02 Sectores de Obra.



## **F. Análisis de Restricciones**

Se realizó un Análisis de Restricciones para identificar y prever con adecuada anticipación de todo aquello que falta para poder realizar la Programación Semanal de actividades.

## Dimensionamiento de Cuadrillas

## RENDIMIENTO DE CUADRILLAS DE TRABAJO

Descripción de actividades	Metrado por Sector	Und	Cantidad por tramo	Tramos	Número de obreros por cuadrilla básica	Cálculo de cuadrillas por rendimiento										Número de cuadrillas a usar	Numero de Obreros
						Rendimiento (und/día)	Número de días	Número de horas	Número de Horas por cuadrilla								
									1	2	3	4	5	6			
Solado de Postes	297.00	und	24.00	12.38	2	12	2.0	20.0	20.0	10.0	6.7	5.0	4.0	3.3	2.0	4.00	
Descarga de postes	297.00	und	24.00	12.38	2	64	0.4	3.8	3.8	1.9	1.3	0.9	0.8	0.6	1.0	2.00	
Traslado de Postes	297.00	und	24.00	12.38	2	16	1.5	15.0	15.0	7.5	5.0	3.8	3.0	2.5	1.0	2.00	
Descarga de Accesorios	900.00	und	72.00	12.50	4	300	0.2	2.4	2.4	1.2	0.8	0.6	0.5	0.4	1.0	4.00	
Traslado de Accesorios	900.00	und	72.00	12.50	2	100	0.7	7.2	7.2	3.6	2.4	1.8	1.4	1.2	1.0	2.00	
Excavación de agujeros para Postes	297.00	und	24.00	12.38	2	8	3.0	30.0	30.0	15.0	10.0	7.5	6.0	5.0	3.0	6.00	
Transporte de Agregados y Rocas a Poste	297.00	und	24.00	12.38	2	24	1.0	10.0	10.0	5.0	3.3	2.5	2.0	1.7	1.0	2.00	
Armados Accesorios Concreto de postes	891.00	und	24.00	37.13	4	12	2.0	20.0	20.0	10.0	6.7	5.0	4.0	3.3	2.0	8.00	
Instalación de Postes	297.00	und	24.00	12.38	10	12	2.0	20.0	20.0	10.0	6.7	5.0	4.0	3.3	1.0	10.00	
Excavación de agujeros para Retenidas	300.00	und	24.00	12.50	3	12	2.0	20.0	20.0	10.0	6.7	5.0	4.0	3.3	2.0	6.00	
Instalación de Retenidas	300.00	und	24.00	12.50	3	12	2.0	20.0	20.0	10.0	6.7	5.0	4.0	3.3	2.0	6.00	
Instalación de Aisladores	1332.00	und	120.00	11.10	8	120	1.0	10.0	10.0	5.0	3.3	2.5	2.0	1.7	1.0	8.00	
Pretendido de Conductor Aereo MT	29700.00	mts	2400.00	12.38	8	1200	2.0	20.0	20.0	10.0	6.7	5.0	4.0	3.3	1.0	8.00	
Tendido y Puesta en Flecha Conductor MT	29700.00	und	2400.00	12.38	8	1200	2.0	20.0	20.0	10.0	6.7	5.0	4.0	3.3	1.0	8.00	
Excavación para agujeros de PAT	297.00	Und	16.00	18.56	5	15	1.1	10.7	10.7	5.3	3.6	2.7	2.1	1.8	1.0	5.00	
Instalación de Puesta a Tierra PAT	297.00	und	16.00	18.56	5	15	1.1	10.7	10.7	5.3	3.6	2.7	2.1	1.8	1.0	5.00	

Tabla N° 3.2: Dimensionamiento de Cuadrillas para la aplicación del Sistema Last Planner.

Tren de Actividades

PRIMER TREN DE ACTIVIDADES-SECTOR 1

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	TRAMO A1				TRAMO A2				TRAMO A3				TRAMO A4				TRAMO A5				TRAMO A6				TRAMO A7				TRAMO A8				TRAMO A9				TRAMO A10				TRAMO A11				TRAMO A12				TRAMO A13			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
Soldado de Postes	4				4				4				4	4			4				4				4				4				4				4				4				4				4			
Descarga de postes	2				2				2				2	2			2				2				2				2				2				2				2				2				2			
Traslado de Postes	2	2			2	2			2				2	2			2	2			2	2			2	2			2	2			2	2			2	2			2	2			2	2			2	2		
Descarga de Accesorios	4	4			4	4			4				4	4			4	4			4	4			4	4			4	4			4	4			4	4			4	4			4	4			4	4		
Traslado de Accesorios	4	4			4	4			4				4	4			4	4			4	4			4	4			4	4			4	4			4	4			4	4			4	4						
Excavación de agujeros para Postes	6	6			6	6			6				6	6			6	6			6	6			6	6			6	6			6	6			6	6			6	6			6	6						
Transporte de Agregados y Rocas a Poste	2	2			2	2			2				2	2			2	2			2	2			2	2			2	2			2	2			2	2			2	2			2	2						
Armados Accesorios Concreto de postes	8	8			8	8			8				8	8			8	8			8	8			8	8			8	8			8	8			8	8			8	8			8	8						
Instalación de Postes				10	8				10	8			10	8	8		10	8			10	8			10	8			10	8			10	8			10	8			10	8			10	8		10				
Excavación de agujeros para Retenidas				6	4				6	4			6	4	4		6	4			6	4			6	4			6	4			6	4			6	4			6	4			6	4		6				
Instalación de Retenidas				6	4				6	4			6	4	4		6	4			6	4			6	4			6	4			6	4			6	4			6	4			6	4		6				

SEGUNDO TREN DE ACTIVIDADES - SECTOR 1

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	TRAMO A1				TRAMO A2				TRAMO A3				TRAMO A4				TRAMO A5				TRAMO A6				TRAMO A7				TRAMO A8				TRAMO A9				TRAMO A10				TRAMO A11				TRAMO A12				TRAMO A13			
	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112
Instalación de Aisladores y Ferreteria	12				12				12				12				12				12				12				12				12				12				12				12				12			
Pretendido de Conductor Aereo MT		12	12			12	12			12	12			12	12			12	12			12	12			12	12			12	12			12	12			12	12			12	12			12	12			12	12	
Tendido y Puesta en Flecha Conductor MT			12				12				12				12				12				12				12				12				12				12				12				12					
Excavación de agujeros para Pozos	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5				
Instalación de Puesta a Tierra PAT-1 / PAT-2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5				

Tabla N° 3.3: Tren de Actividades.

## Análisis de Restricciones

 		LINEA DE MEDIA TENSIÓN EN 22,9 kV PARA TIERRAS NUEVAS - PROYECTO IRRIGACIÓN OLMOS										SEMANA N° 03 : Del 26/07/13 al 04/08/13				
<b>ANÁLISIS DE RESTRICCIONES</b>																
ID	Partidas de Trabajo	RESPONSABLE										CUMPLE			LISTO?	OBSERVACIONES
		INGENIERIA	LOGISTICA	PRODUCCION	TOPOGRAFIA	CALIDAD	M. OBRA	EQUIPOS	ESPACIO	SEGURIDAD	OTRO	SI	NO	N.A		
1	Replanteo Topográfico	✓			✓		✓	✓	✓	✓		SI			SI	
2	Solado de Postes	✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓		SI			SI	
3	Descarga de Postes de Concreto		✓				✓	✓	✓	✓		SI			SI	
4	Traslado de Postes a punto de izaje		✓				✓	✓	✓	✓		SI			SI	
5	Descarga de Accesorios de Concreto		✓				✓	✓	✓	✓		SI			SI	
6	Traslado de Accesorios de Concreto		✓				✓	✓	✓	✓		SI			SI	
7	Excavación de agujeros para Postes	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓		SI			SI	
8	Transporte de Agregados y Rocas para poste		✓			✓	✓	✓	✓	✓		SI			SI	
9	Armados de accesorios de concreto de postes	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓		SI			SI	
10	<b>Instalación de Postes de Concreto</b>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		SI			SI	
11	Excavación de agujeros para Retenidas	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓		SI			SI	
12	<b>Instalación de Retenidas</b>	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓		SI			SI	
13	<b>Instalación de Aisladores y Ferretería en postes</b>	NO	NO	NO			NO	NO	NO	NO		NO			NO	Trabajo no Programado
14	Pretendido de Conductor Aéreo M.T por Tema	NO	NO	NO			NO	NO	NO	NO		NO			NO	Trabajo no Programado
15	<b>Tendido y Puesta en Flecha Conductor, por terna</b>	NO	NO	NO			NO	NO	NO	NO		NO			NO	Trabajo no Programado
16	Excavacion en terreno para Puesta a Tierra (PAT)	NO	NO	NO			NO	NO	NO	NO		NO			NO	Trabajo no Programado
17	<b>Instalación de Puesta a Tierra PAT-1 / PAT-2</b>	NO	NO	NO			NO	NO	NO	NO		NO			NO	Trabajo no Programado

Tabla N° 3.4: Cuadro de control de Análisis de Restricciones (Semana 3).

### **G. LOOKAHEAD (Programación 04 Semanas)**

Es el Programa de Mediano Plazo, con un horizonte de tiempo de 04 semanas cuyas tareas provienen del Cronograma Maestro con un mayor nivel de Detalle.

En los anexos finales, se presentaran el formato de Lookahead que se usó durante toda la etapa de construcción del Sistema de Utilización en 22,9 kV para Tierras Nuevas.

### **H. Programación Semanal**

Es la Planificación Semanal considerando listado de tareas “sin restricciones” que el área de Producción Eléctrica se compromete a ejecutar en la Semana, considerando recursos de mano de obra y equipos para garantizar la productividad óptima. Estos formatos se les entregaban a los líderes de los frentes de trabajo para cumplir la meta semanal.

Diariamente al fin de la jornada de trabajo los supervisores de campo de cada frente de trabajo (sectores de trabajo) entregaban al responsable de planeamiento unos formatos de trabajos diarios, con esto se hacía un control para verificar el avance de trabajos semanales y el cumplimiento de la meta establecida.

En los anexos finales, se presentaran el formato de programación semanal que se usó durante toda la etapa de construcción del Sistema de Utilización en 22,9 kV para Tierras Nuevas.

### **I. Análisis de Porcentaje de Plan Cumplido**

Es el índice que mide la efectividad y confiabilidad de la Programación Semanal y las divide en tareas completadas al 100 % entre las tareas programadas y se contabiliza al 100 % de lo programado en esta semana.

En los anexos, se presentaran los análisis de Porcentaje de Plan Cumplidos de todas las semanas durante toda la etapa de construcción del Sistema de Utilización en 22,9 kV para Tierras Nuevas.

En la tabla N° 3.7, se presenta el Porcentaje de Plan Cumplido (PPC) hasta la semana 16, todo el proyecto demando 24 semanas de trabajo.



## Formato de LOOKAHEAD


	LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN EN 22,9 kV PARA TIERRAS NUEVAS - PROYECTO IRRIGACIÓN OLMOS														SEMANAS Nro. 02, 03, 04 y 05 FECHA: DEL 22.07.13 AL 18.08.13									
	<b>LOOKAHEAD: PROGRAMACIÓN SEMANAS Nro. 02, 03, 04 Y 05</b>																							
Partidas de Trabajo	SEMANA 2						SEMANA 3						SEMANA 4						SEMANA 5					
	22/07/13 al 25/07/13						26/07/13 al 04/08/13						05/08/13 al 11/08/13						12/08/13 al 18/08/13					
	L	M	X	J	V	S	L	M	X	J	V	S	L	M	X	J	V	S	L	M	X	J	V	S
Solado de Postes				X			X	X				X				X				X				X
Descarga de Postes				X			X	X				X				X				X				X
Traslado de Postes a punto de izaje	X	X			X				X	X			X	X			X	X			X	X		
Descarga de Accesorios de Concreto	X	X			X				X	X			X	X			X	X			X	X		
Traslado de Accesorios de Concreto	X	X			X				X	X			X	X			X	X			X	X		
Excavación de agujeros para Postes	X	X			X				X	X			X	X			X	X			X	X		
Transporte de Agregados y Rocas para poste	X	X			X				X	X			X	X			X	X			X	X		
Armados de accesorios de concreto de postes	X	X			X				X	X			X	X			X	X			X	X		
<b>Instalación de Postes de Concreto</b>			X	X			X	X			X	X			X	X			X	X			X	X
Excavación de agujeros para Retenidas			X	X			X	X			X	X			X	X			X	X			X	X
<b>Instalación de Retenidas</b>			X	X			X	X			X	X			X	X			X	X			X	X
<b>Instalación de Aisladores y Ferrería</b>																								
Pretendido de Conductor Áereo M.T por Tema																								
<b>Tendido y Puesta en Flecha Conductor M.T, por terna</b>																								
Excavación en terreno para Puesta a Tierra (PAT)																								
<b>Instalación de Puesta a Tierra PAT-1 y PAT-2</b>																								

Tabla N° 3.5: Cuadro de control de Lookahead, periodo de 4 semanas (Semanas 2, 3, 4 y 5).

## Formato de Programación Semanal


		LINEA DE MEDIA DE TENSIÓN EN 22,9 kV PARA TIERRAS PROYECTO DE IRRIGACIÓN OLMOS									SEMANA Nro. 03 FECHA: DEL 26.07.13 AL 04.08.13	
PROGRAMACION SEMANAL N° 03												
Item	PARTIDA DE TRABAJO	UNIDAD	26/07/2013	27/07/2013	29/07/2013	30/07/2013	31/07/2013	01/08/2013	02/08/2013	03/08/2013	METRADO	
			Viernes	Sabado	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	PROYECTADO	REALIZADO
10	Solado de Postes	Unid.				X	X				75.00	75.00
20	Descarga de Postes de Concreto	Unid.				X	X				75.00	75.00
30	Traslado de Postes a punto de izaje	Unid.	X					X	X		75.00	65.00
40	Descarga de Accesorios de concreto	Unid.	X					X	X		225.00	225.00
50	Traslado de Accesorios de concreto	Unid.	X					X	X		225.00	225.00
60	Excavación de agujeros para Postes	Unid.	X					X	X		75.00	75.00
70	Transporte de Agregados y Rocas para poste	Und.	X					X	X		75.00	75.00
80	Armados de accesorios de concreto de postes	Unid.	X					X	X		75.00	75.00
90	<b>Instalación de Postes de Concreto</b>	<b>Unid.</b>			X	X	X			X	<b>75.00</b>	<b>65.00</b>
100	Excavación de agujeros para Retenidas	Unid.			X	X	X			X	15.00	25.00
110	<b>Instalación de Retenidas</b>	<b>Unid.</b>			X	X	X			X	<b>15.00</b>	<b>25.00</b>
120	<b>Instalación de Aisladores y Ferreteria</b>	<b>Unid.</b>									<b>0.00</b>	<b>0.00</b>
130	Pretendido de Conductor Aereo M. T por Terna	Km									0.50	0.50
140	<b>Tendido y Puesta en Flecha Conductor M.T por terna</b>	<b>km</b>									<b>0.50</b>	<b>0.00</b>
150	Excavación en terreno para Puesta a Tierra (PAT)	Unid.									0.00	0.00
160	<b>Instalación de Puesta a Tierra PAT-1 / PAT-2</b>	<b>Unid.</b>									<b>0.00</b>	<b>0.00</b>

Tabla N° 3.6: Formato de Programación Semanal (Semana 3).



PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO								
SEMANA	FECHA		TAREAS PROGRAMADAS		TAREAS EJECUTADAS		PORCENTAJE PLAN COMPLETADO	
	INICIO	FIN	SEMANAL	ACUMULADO	SEMANAL	ACUMULADO	SEMANAL	ACUMULADO
1	15/07/2013	21/07/2013	9.00	9.00	9.00	9.00	100%	100%
2	22/07/2013	25/07/2013	9.00	18.00	9.00	18.00	100%	100%
3	26/07/2013	04/08/2013	13.00	31.00	10.00	28.00	77%	90%
4	05/08/2013	11/08/2013	11.00	42.00	11.00	39.00	100%	93%
5	12/08/2013	18/08/2013	14.00	56.00	14.00	53.00	100%	95%
6	19/08/2013	25/08/2013	14.00	70.00	14.00	67.00	100%	96%
7	26/08/2013	01/09/2013	16.00	86.00	12.00	79.00	75%	92%
8	02/09/2013	08/09/2013	16.00	102.00	13.00	92.00	81%	90%
9	09/09/2013	15/09/2013	16.00	118.00	16.00	108.00	100%	92%
10	16/09/2013	22/09/2013	16.00	134.00	14.00	122.00	88%	91%
11	23/09/2013	25/09/2013	14.00	148.00	12.00	134.00	86%	91%
12	26/09/2013	06/10/2013	16.00	164.00	13.00	147.00	81%	90%
13	07/10/2013	13/10/2013	7.00	171.00	7.00	154.00	100%	90%
14	14/10/2013	20/10/2013	16.00	187.00	14.00	168.00	88%	90%
15	21/10/2013	27/10/2013	14.00	201.00	14.00	182.00	100%	91%
16	28/10/2013	03/11/2013	7.00	208.00	7.00	189.00	100%	91%

Tabla N° 3.7: Cuadro de seguimiento de Porcentaje de Plan Cumplido (PPC), 16 primeras semanas.

Los resultados de las diez primeras semanas de implementación se presentan en el grafico N° 3.8 diagrama de barras:

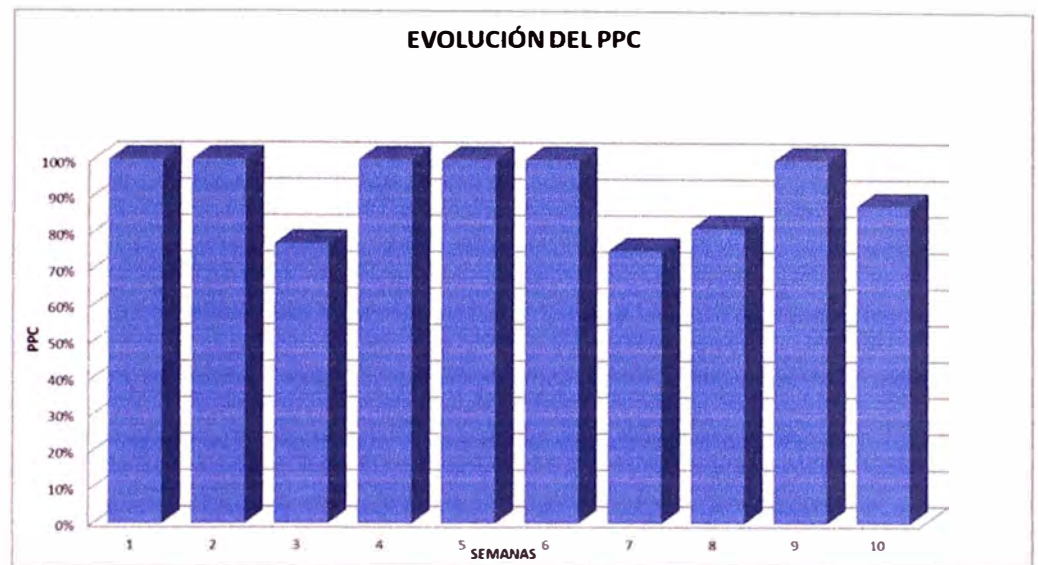


Figura N° 3.8: Evolución del PPC en las 10 primeras semanas de trabajo

En los diagrama de evolución del PPC vemos que las dos primeras semanas de implementación del SLP, se logró el cumplimiento del 100 %, esto debido a que los frentes de trabajo no tenían ninguna interferencia de trabajo por otros frentes de trabajo (obstaculización de maquinaria de movimiento de tierras); en la semana 3, hubo una caída de PPC debido a problemas de fallas de equipos de excavación, primeras interferencias de otros frentes y un retraso de materiales por llegar a obra.

El mismo caso ocurrió en las semanas 7 y 8 una disminución del PPC, debido a mayores de interferencias de trabajo y por falta de rendimiento de los operadores de camión grúa para el izaje de postes.

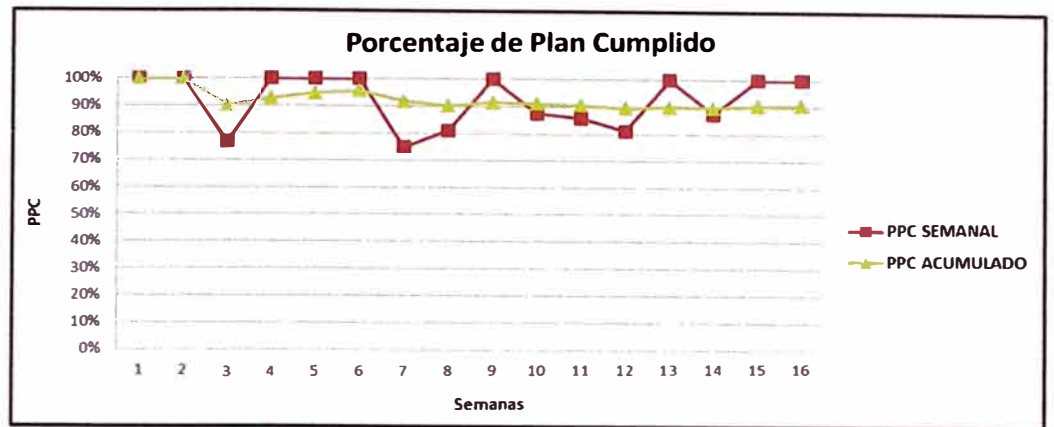


Figura N° 3.9: Curvas de PPC Semanal y PPC Acumulado.

### 3.2.3. Composición de los Recursos Humanos por Actividades

El Sistema de Utilización en 22,9 kV para Tierras Nuevas tiene las siguientes actividades de Obra y sus respectivos recursos humanos, según Sectorización e índices de Productividad requeridas:

ITEM	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	RECURSOS HUMANOS POR CUADRILLA
1	Replanteo Topografico	1 Topógrafo, 1 Operario y 1 Oficial
2	Descarga de postes de Concreto	1 Operador de camión grúa y 1 Rigger
3	Descarga de Accesorios de Concreto	1 Operador de camión grúa , 1 Rigger y 2 Peones
4	Traslado de Postes de concreto a punto de izaje	1 Operador de camión grúa y 1 Rigger
5	Traslado de Accesorios de concreto a punto de izaje	1 Operador de Retroexcavadora, 1 Oficial y 1 Peón
6	Instalación de accesorios de concreto a postes	1 Operario y 1 Oficial
7	Excavación de agujeros para Postes	2 Peones
8	Fabricacion de Solado para postes	1 Oficial y 1 Peón
9	Transporte de Agregados y Rocas a Poste	1 Operador de Volquete y Oficial
10	Instalación de Postes de concreto	1 Operador de camión grúa , 1 Rigger, 4 Operarios y 4 Oficiales
11	Excavación de agujeros para Retenidas	1 Operador de Retroexcavadora, 1 Operario y 1 Peón
12	Instalación de Retenidas	1 Operario y 1 Oficial
13	Instalación de Aisladores y ferreteria en postes	4 Operarios y 4 peones
14	Pretendido de Conductor Aereo en M.T	1 Operador de camión grúa , 1 Rigger, 6 Operarios y 2 Peones
15	Tendido y Puesta en Flecha de Conductor aéreo en M.T	6 Operarios y 2 Peones
16	Excavación para agujeros de Puesta a Tierra (PAT)	1 Operador de Retroexcavadora, 1 Operario, 1 Oficial y 2 Peones
17	Instalación de Puesta a Tierra PAT	1 Operador de Retroexcavadora, 1 Operario y 1 Oficial
18	Pruebas y Puesta en Marcha	4 Operarios

Tabla N° 3.8: RRHH de las Actividades de Trabajo.

En el cuadro adjunto solo están considerados personal propio (Directo) y no está incluido personal de Dirección y acompañamiento (Costo

Indirecto) tales como: almaceneros, controladores de equipos, controladores de tareas, Capataces, Ingenieros de Coordinación, Responsables de Servicio, Responsable de Programa y Gerencia.

Al referirse en el cuadro de RRHH, Operarios y Oficiales se entiende que son electricistas linieros.

### 3.2.4. Composición de los Equipos por Actividades

El Sistema de Utilización en 22,9 kV para Tierras Nuevas tiene las siguientes actividades de Obra y sus respectivos Equipos, según sectorización e índices de productividad requeridos.

ITEM	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	EQUIPOS
1	Replanteo Topografico	1 Estación Total
2	Descarga de postes de Concreto	1 Camión Grúa
3	Descarga de Accesorios de Concreto	1 Camión Grúa
4	Traslado de Postes de concreto a punto de izaje	1 Camión Grúa
5	Traslado de Accesorios de concreto a punto de izaje	1 Retroexcavadora
6	Instalación de accesorios de concreto a postes	-
7	Excavación de agujeros para Postes	-
8	Fabricación de Solado para postes	Mezclador de concreto de 9 pie3
9	Transporte de Agregados y Rocas a Poste	1 Volquete
10	Instalación de Postes de concreto	1 Camión Grúa, 1 Retroexcavadora y mezclador de concreto de 9 pie3
11	Excavación de agujeros para Retenidas	1 Retroexcavadora
12	Instalación de Retenidas	-
13	Instalación de Aisladores y ferreteria en postes	-
14	Pretendido de Conductor Aereo en M.T	1 Camión grúa
15	Tendido y Puesta en Flecha de Conductor aéreo en M.T	-
16	Excavación para agujeros de Puesta a Tierra (PAT)	1 Retroexcavadora
17	Instalación de Puesta a Tierra PAT	1 Retroexcavadora
18	Pruebas y Puesta en Marcha	-

Tabla N° 3.9: Equipos usado en las Actividades de Trabajo.

## CAPITULO 4

### IDENTIFICACIÓN DE RESTRICCIONES E INCERTIDUMBRES

#### 4.1. IDENTIFICACIÓN DE RESTRICCIONES E INCERTIDUMBRES VARIABLES NO VERIFICADAS AL INICIO DE OBRA DEL SISTEMA DE UTILIZACIÓN EN 22,9 kV

Nuestro Planeamiento Inicial de Obra para el Sistema de Utilización en 22,9 kV para Tierras Nuevas, considera Partidas Genéricas a través del Diagrama de Gantt y un Plazo de Ejecución de 162 días hábiles. Dicho Planeamiento Inicial se basó desde el punto de vista previo al inicio de obra, no consideró todas las variables específicas del proyecto, ya que se planificó considerando supuestos con un alto grado de incertidumbre.

Algunas restricciones e incertidumbres variables no verificadas al Inicio de Obra fueron las siguientes:

##### 4.1.1. La falta de disponibilidad de Postes de concreto en stock por parte de los proveedores

Dentro del proceso de compra se verificó la inexistencia de Proveedores de Postes Homologados y accesorios de concreto con disponibilidad de fabricación en cantidad y tipo según requerimiento. Debido a este inconveniente se dispuso dividir la orden de compra para dos distintos proveedores idóneos, dicho proceso extendió la fecha de inicio del Sistema de Utilización en 22,9 kV para Tierras Nuevas.



Figura N° 4.1: Postes de concreto CAC.

#### **4.1.2. La falta de disponibilidad de Conductores de Aluminio en stock por parte de los proveedores**

Dentro del proceso de compra se verificó la inexistencia de Conductores de Aluminio tipo AAAC de 120 mm<sup>2</sup> disponibles en Perú para el metrado total requerido en Obra, es por ello que se identificó raudamente a proveedor para inicio de Proceso de Importación a fin de calzar fecha de llegada a Obra con inicio de actividades correspondiente a tendido de conductores. A esto se suma, el incumplimiento de fechas pactadas por retraso en proceso de Importación y desaduanaje y se optó por re-direccionar parte de orden de compra a otro Proveedor que contará con disponibilidad de importación desde países cercanos a Perú (menor plazo de llegada a Obra).





Figura N° 4.2: Carga de conductores eléctricos.

#### **4.1.3. Variabilidad en el recorrido de tramos de Línea Eléctrica de Media Tensión**

Debido a cambio de recorrido de camino de acceso adyacente a Línea Eléctrica de Media Tensión para acercamiento a la Tubería GRP (mejora en proceso de instalación de dicha infraestructura), la cual brindará abastecimiento de agua a Lotes de Tierras Nuevas, se tuvo que modificar la ubicación de postes y el recorrido de la Línea Eléctrica para ciertos tramos.



Figura N° 4.3: Replanteo Topográfico.

#### **4.1.4. La falta de espacio para avance de construcción de Línea de Media Tensión**

Debido a que el avance en la instalación de postes se incrementó y se dirigió a zonas donde no existía el espacio ni condiciones de terreno para la instalación de postes, se tuvo que prever el alquiler de equipos de remoción de tierras, tales como: Tractor D6, Tractor D8, etc. a fin de limpiar y desbrozar para brindar accesibilidad a dichas zonas.



Figura N° 4.4: Interferencia de trabajo por falta de caminos alternos.

#### **4.1.5. Interferencia con trabajos ejecutados por otras Especialidades**

Las actividades referentes a la instalación de postes tuvo como interferencia la actividad de otras áreas, tales como: equipos de Izaje y Excavadoras para movimiento de tierras para la instalación de tuberías GRP. Dichas interferencias dificultaba las tareas de transporte de accesorios y postes de concreto, produciendo demoras de hasta 02 horas en dichas actividades.





Figura N° 4.5: Interferencia de trabajo por equipos de descarga de otros frentes de trabajo.

#### **4.1.6. La falta de insumos para realización de actividades de construcción de Línea de Media Tensión**

La construcción de la Línea Eléctrica de Media Tensión se encuentra en una zona árida carente de agua necesaria para los trabajos de excavación de agujeros en terreno arenoso, para la cimentación de postes y para la preparación de pozos a tierra. Se coordinó al inicio con otras áreas el préstamo de Camión Cisterna de Agua, pero este proceso retrasaba el normal proceso de construcción es por ello que se gestionó la compra de Recipientes de Almacenamiento de 5000 litros los cuales serían trasladados en el mismo camión Grúa y abasteciendo a los frentes de trabajo.



Figura N° 4.6: Falta de agua en la zona de trabajo.

Asimismo, para la ejecución de los pozos a tierra no se disponía en la zona de terrenos de cultivo que sirvan de insumos para su preparación. Debido a este percance se realizó las coordinaciones con otras áreas de producción para el préstamo de equipos de movimiento de tierras, tales como cargadores frontales y camiones volquetes, a fin de prever los traslados de dichos insumos a pie de la obra.

#### **4.1.7. Supervisión y liberación de suministro de materiales después de Pruebas en Fábrica**

Una de las restricciones necesarias para la llegada de suministro de materiales eléctricos "justo a tiempo" son la ejecución de Pruebas en Fábrica para dar cumplimiento a Normas Internacionales y Expediente Técnico entregado a Supervisión de Obra.

Las Pruebas en Fábrica debían haber pasado satisfactoriamente para dar paso a su liberación y posterior proceso de traslado a Obra.



Figura N° 4.7: Pruebas FAT de equipos para la Línea Eléctrica.

#### **4.1.8. Falta de Disponibilidad de Equipos de Izaje de características especiales**

Al inicio de Obra se verificó que los terrenos adyacentes al recorrido de la Línea Eléctrica de Media Tensión eran del tipo arenoso, por lo tanto, de difícil acceso se optó por requerir equipos de izaje de características especiales de doble tracción y con capacidad de carga de hasta 11 Toneladas.

El tiempo de obtención para dicho equipo fue considerado dentro de la matriz de restricciones del inicio de Obra.



Figura N° 4.8: Equipos no apropiados para la zona geográfica de trabajo.

#### **4.1.9. Falta de Disponibilidad de Operadores de Equipos de Izaje Calificados y Certificados**

El proveedor de Equipos de Izaje tenía como Operadores de Grúa a personal con poca experiencia en labores de construcción de Líneas Eléctricas de Media Tensión, lo cual no garantizaba el rendimiento de actividades de instalación ni descarga de postes considerado en el Proyecto, por tanto se optó por cambiar el tipo de contrato de alquiler de Equipos con Operadores propios OPIC.

El Proyecto Irrigación Olmos, contrató su propio personal para Operación de Equipos de Izaje calificado y con experiencia en construcción de Líneas Eléctricas de Media Tensión, con ello se mejoró el rendimiento de dichas actividades. El proceso de Capacitación y Certificación fue realizada por Empresa Certificadora Homologada.



Figura N° 4.9: Falta de rendimiento de trabajo de Operadores de camión grúa.

Como se aprecia en las restricciones verificadas, el sistema de Planeamiento aplicado inicialmente no preveía los problemas de disponibilidad de Mano de Obra Calificada, los problemas administrativos, rendimientos de producción incorrectamente estimados, las interferencias que cada actividad consideraba como parte específica al tiempo y al lugar de trabajo.

Esto impide el normal desarrollo del tren de actividades y provoca constantes interrupciones, afectando directamente a la productividad y al cumplimiento de plazos.



## CAPITULO 5

### DESARROLLO DE MEJORA DE RESTRICCIONES, INCERTIDUMBRES Y COSTOS DEL SISTEMA DE UTILIZACIÓN EN 22,9 kV

#### 5.1. MEJORA DE RESTRICCIONES, INCERTIDUMBRES CON EL USO DE LA METODOLOGIA LAST PLANNER.

La Implementación del Sistema "Last Planner" en el Sistema de Utilización en 22,9 kV para Tierras Nuevas, del Proyecto de Irrigación Olmos obtuvo los siguientes resultados que ayudaron a mejorar las restricciones que se tenían:

#### CUADRO COMPARATIVO DE MEJORAS

SITUACIÓN ANTERIOR	SITUACIÓN ACTUAL
El rendimiento de la partida de trabajo de Instalación de Postes fue de 11 por día.	Después del Last Planner el rendimiento mejoró a 16 Postes por día.
El rendimiento de la partida de trabajo de Instalación de Retenidas fue de 15 por día.	Después del Last Planner el rendimiento mejoró a 20 Retenidas por día.
La falta de agua para hacer los trabajos de excavación retrasaban varias actividades, agujeros para postes, retenidas y puesta a tierra.	Al hacer una planificación diaria se obtuvo una mejor distribución de los tiempo del Camión Grúa adaptado con un Tanque de agua de 5000 galones.
Respecto al tema de suministro de materiales, se tenía un retraso de obra por falta de ferretería, cables y accesorios de postes; la alerta salía cuando los capataces veían que no había materiales para avanzar.	El tema de suministro de materiales, con esta metodología, ayuda a tener una planificación con tiempo respecto a la compra de materiales según el avance programado y evitar la restricción de falta de materiales.
Respecto a las cuadrillas de trabajo, estos avanzaban sin tener un frente adecuado y programado, por lo cual al llegar a teminar una zona de trabajo, estos se quedaban por horas sin frente de trabajo, horas muertas.	El tema de distribución de las cuadrillas en los frentes de trabajo se mejoró ampliamente al hacer uso del tren de actividades y con esto no tener horas muertas.
la planificación de metas de trabajo por frente de trabajo se realizan con una semana de anticipación y sin tener en cuenta las posibles restricciones que se podían presentar.	Haciendo uso del Lookahead podemos realizar una planificación con 4 semanas de anticipación de las metas a cumplir y con un respaldo de una matriz de restricciones, haremos que esta se logre ampliamente.
Al culminar una semana de trabajos, no se llevaba una estadística adecuada sobre el porque de los retrasos en avance de obra.	Al hacer uso del Porcentaje de Planificación Cumplida (PPC), llevamos una mejor estadística donde detallamos si las metas semanales se cumplen, caso contrario se detalla el motivo del no cumplimiento (restricción)
La fecha estimada inicialmente para acabar con la Instalación de la Línea de Transmisión de 22,9 kV fue para el 14/02/2014	Con el tren de actividades logramos tener una nueva fecha final para la Instalación de la Línea de Transmisión siendo el término para el 20/01/2014, impactando en la obra un ahorro de tiempo y costos, al obtener estos beneficios el área recibió un bono por cumplimiento de meta de productividad.

Tabla N° 5.1: Cuadro Comparativo entre control de obra con método tradicional y el Sistema Last Planner.

## **5.2. DETERMINACIÓN DE COSTOS DEL SISTEMA DE UTILIZACIÓN EN 22,9 kV PARA TIERRAS NUEVAS DEL PROYECTO IRRIGACIÓN OLMOS**

### **5.2.1. Costo Global del Proyecto Irrigación Olmos**

H2Olmos S.A. ha obtenido la concesión por parte del Gobierno Regional de Lambayeque para diseñar, financiar, construir, operar y mantener un sistema de irrigación que abastecerá de agua a 43,500 hectáreas de tierra agrícola en el ámbito del Proyecto Olmos. Dichas tierras incluyen 38,000 Ha ubicadas en las pampas de Olmos, las cuales serán subastadas y 5,500 Ha pertenecientes a la zona de Valle Viejo. La inversión total para el desarrollo supera los **US\$ 250 millones**.

- **Precio Base:** US \$4,250 por hectárea. El precio incluye el título de propiedad y la capacidad de irrigación.
- **Tarifa por el servicio:** plana de US\$ 0.07 m<sup>3</sup> por la dotación de agua, que será pagada por los usuarios bajo un contrato de tipo take-or-pay.

### **5.2.2. Costo del Sistema de Utilización en 22,9 kV para Tierras Nuevas.**

El costo del Sistema de Utilización en 22,9 kV para Tierras Nuevas del Proyecto de Irrigación Olmos es de **US\$ 1.83 millones**.

Se detalla en anexo N° 02 los costos por suministros de materiales y por mano de obra del proyecto.

### 5.3. BENEFICIOS OBTENIDOS CON LA IMPLEMENTACION DE LA METODOLOGÍA LAST PLANNER APLICADO AL SISTEMA DE UTILIZACION EN 22,9 kV PARA TIERRAS NUEVAS DEL PROYECTO IRRIGACIÓN OLMOS

Los beneficios que se obtuvieron con este piloto de implementación de la Metodología Last Planner aplicado para el control y planificación de trabajos en el Sistema de Utilización en 22,9 kV para Tierras Nuevas, valle conformado por 40 hectáreas de tierra árida, del Proyecto de Irrigación Olmos fueron en ahorro de tiempo y costos.

#### 5.3.1. Beneficios en Tiempo

El Sistema de Utilización en 22,9 kV para Tierras Nuevas del Proyecto de Irrigación Olmos tenía como duración de obra 162 días (útiles) según nuestro cronograma, el cual tenía como fecha de fin de obra el 14 de febrero del 2014.

Con la implementación de la Metodología Last Planner se logró un ahorro de tiempo de **22 días**, teniendo como nueva fecha de fin de obra el 20 de enero del 2014 y un tiempo de duración de obra de 140 días los cuales nos van a generar un ahorro en costos.

SEGÚN CRONOGRAMA			APLICANDO LAST PLANNER	AHORRO (Dias Utiles)
INICIO DE OBRA	FIN DE OBRA	DURACIÓN DE OBRA	FIN DE OBRA	
15/07/2013	14/02/2014	162 dias	20/01/2014	22.00

Tabla N° 5.2: Cuadro de ahorro en tiempo al aplicar la metodología Last Planner.



### 5.3.2. Beneficios en Costos

Como se obtuvo un ahorro de tiempo de 22 días debido al beneficio de aplicar la metodología Last Planner también se obtiene un beneficio en ahorro de costos del 5.1 % del total de costo directo, como se muestra en la tabla N° 5.3.

<b>MANO DE OBRA</b>				
<b>PERSONAL</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO X DIA (\$)</b>	<b>DIAS (Ahorrados)</b>	<b>COSTO AHORRADO(\$)</b>
CAPATAZ	2	36.06	22.00	1,586.51
OPERARIO	18	31.04	22.00	12,290.14
OFICIAL	6	31.04	22.00	4,096.71
PEON	13	22.11	22.00	6,322.64
				<b>24,296.01</b>
<b>EQUIPOS</b>				
<b>EQUIPO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO X HORA(\$)</b>	<b>COSTO X DIA (\$)</b>	<b>COSTO AHORRADO(\$)</b>
CAMIÓN GRÚA DE 12 TN	2	75.00	750.00	33,000.00
CAMIÓN GRÚA DE 4 TN	1	45.00	450.00	9,900.00
RETROEXCAVADORA	2	60.00	600.00	26,400.00
				<b>69,300.00</b>
<b>AHORRO TOTAL (\$)</b>		<b>93,596.01</b>		
<b>COSTO SISTEMA UTILIZACION 22,9 KV</b>		<b>1,837,631.30</b>		
<b>% AHORRO</b>		<b>5.1%</b>		

Tabla N° 5.3: Ahorro en Costos al aplicar la metodología Last Planner.

## OBSERVACIONES

Durante la implementación del Sistema "Last Planner" en el Sistema de Utilización en 22,9 kV para Tierras Nuevas, se visualizaron las siguientes observaciones:

- La coordinación con Proveedores y Transportista para llegada de materiales "Justo a Tiempo", fue un problema predominante durante el proceso de descarga de postes y accesorios de concreto, ya que además de la lejanía de las Fábricas se sumaba la incertidumbre de disponibilidad de pase por interferencia de equipos de áreas de Instalación de Tuberías GRP. Este problema traía consigo parada de personal compensando el cumplimiento de las metas planificadas con pago de horas extras no previstas. Con el análisis de Porcentaje de Plan Cumplido (PPC) se identificó dicha problemática y en conjunto con Área de Logística se realizó programaciones de salida de materiales cada tres días y en horarios estratégicos a fin de minimizar los riesgos de parada por interferencia.
- La disponibilidad de material importado en Obra, por ejemplo Cables de aluminio tipo AAAC, debido a que proveedores de materiales no tenían dominio del proceso de transporte y desaduanaje para llegada a Obra "Justo a Tiempo". Se visualizó dicho problema en base al análisis de restricciones antes del inicio de actividades semanalmente y se optó por re-direccionar parte de Orden de Compra a otros proveedores con disponibilidad de dichos productos en el mercado.

## CONCLUSIONES

### Del proceso de implementación:

- Se comprobó durante la implementación, que uno de los factores más importantes para lograr una implementación exitosa del LPS, es el compromiso y colaboración de los miembros del equipo de obra y también que este compromiso sea asumido por las jefaturas de la empresa, como también el tiempo de implementación debe ser mayor para poder contar una cantidad de resultados que sean representativos y en base a los cuales realmente se pueda hacer una retroalimentación y mejorar los formatos del LPS.

### De los resultados de aplicar el Sistema Last Planner (LPS)

- No hubo un fiel cumplimiento de Tren de actividades considerado dentro del Planeamiento LOOKAHEAD, considerando un futuro de 04 semanas, debido a las interferencias con otras áreas, falta de caminos de acceso, etc. pero con los análisis de restricciones semanales se reestructuró las programaciones semanales, para asegurar que las cuadrillas de trabajo ejecuten actividades complementarias en los periodos donde incurrían dichos percances y así se pueda balancear el porcentaje de plan cumplido semanal, ver figura N° 3.8.
- Con e la implementación del Sistema Last Planner se logró un mejor rendimiento en la partida de trabajo de instalación de postes de concreto, a **16** postes por día, a lo que antes se realizaba 11 postes por día, al igual que se incrementó el rendimiento de instalación de retenidas, en **20** retenidas al día, a lo que antes se realizaba 15 retenidas al día.

- Mediante la implementación del Sistema Last Planner en el Sistema de Utilización en 22,9 kV para Tierras Nuevas, se realiza un mayor control de liberación de restricciones anticipadas a fin de planificar semanalmente un tren de actividades continuas y viables y para la obtención de mayor rendimiento de las cuadrillas, como en las partidas de trabajo de instalación de postes que aumento el rendimiento en **45%** y en la instalación de retenidas que tuvo un aumento del **33%**.
- La aplicación de esta metodología nos ha brindado beneficios en ahorro de tiempo y costos. Obtenemos un mejor Avance de Obra, con plazo de ejecución menor a lo programado al inicio según nuestro cronograma, con **22 días** Calendario antes, según la tabla N° 5.2. También obtenemos un ahorro en costos, por mano de obra y equipos, de **\$ 93,596.01** que representa un **5.1 %** del total de costo directo del Sistema de Utilización en 22,9 kV para Tierras Nuevas, según tabla N° 5.3; esto conlleva al ahorro de mano de Obra tanto para la Indirecta (Capataces, Operadores de Grúa, Riggers, Operarios Electricistas, Oficiales Electricistas y Peones) como para la Directa (Almaceneros, Auxiliar Técnico, Responsable de Servicio y Responsable de Programa) y por gastos generales de alojamiento, comidas y movilización que la Empresa incurre para dar facilidades al proceso de Construcción. Se pueden tener un mayor ahorro de tiempo y costos ya que se dieron 10 días por adelantado de vacaciones por fiestas de fin de año.

## RECOMENDACIONES

- Otra oportunidad de investigación sería el aplicar el LPS orientado a ver como este sistema ayuda a cumplir con la meta económica impuesto por el proyecto, realizando una comparación del presupuesto meta versus los costos reales del proyecto, para esto la investigación podría basarse en la teoría de valor ganado y realizando las curvas S semanales o mensuales, dependiendo de la envergadura del proyecto.
- Otra aplicación puede ser el aplicar el LPS y a su vez ver como este sistema puede influir en la productividad de las unidades de producción, realizando cálculos de rendimientos, ratios de productividad y evaluar las diferentes mejoras que se pueden encontrar.
- Para el análisis de restricciones , se recomienda que en las reuniones semanales participen representantes del área de mantenimiento de equipos, y de contratos para que nos den alguna restricción que se pueda presentar en una semana y con esto recién nosotros preparar nuestra programación semanal; esto es debido a que los operadores de equipos no tienen un buen conocimiento de un plan y control de mantenimiento preventivo y predictivo, y por el lado del área de contratos estos exijan a las contratistas de equipos tengan programadas las fechas que deben pasar mantenimiento sus equipos y la compra de sus repuestos.

**BIBLIOGRAFÍA**

- La Construcción: Estudio e Implementación de una Nueva Filosofía de Planificación de Proyectos "Lean Construction". ROJAS VERA, Raúl (Chile, 2005)
- Lean Construction Como Nueva Estrategia de Gestión en la Construcción. BOTERO BOTERO, Luis Fernando (Colombia, 2006).
- Pautas para la Implementación del Sistema del Ultimo Planificador (Last Planner System) en una Empresa Constructora Pequeña. Diplomado Gerencia de la Construcción, Jose Echegaray Guerin, Febrero del 2009.
- LEAN CONSULTING. <http://www.lenconsultin.es>
- VISION LEAN. <http://www.vision-lean.es>
- Estudio de Mercado Eléctrico para Poligonal de Tierras Nuevas y Zonas Anexas al Proyecto Irrigación Olmos. ACME SRL. , ENGINEERING CONSTRUCTION & MAINTENANCE, Noviembre del 2012.
- Memoria Descriptiva del Sistema de Utilización en 22,9 kV para Tierras Nuevas del Proyecto Irrigación Olmos. Consultora SISA, Servicios de Ingeniería S.A., Junio del 2013.

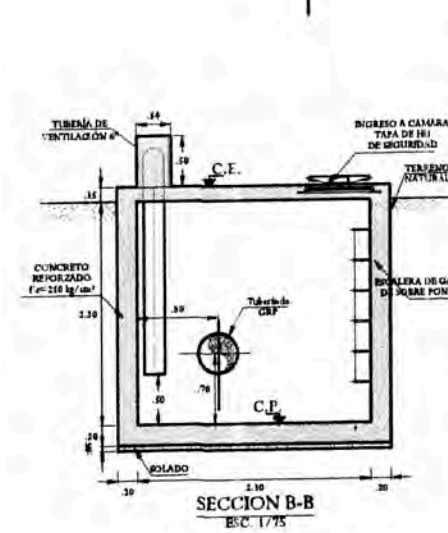
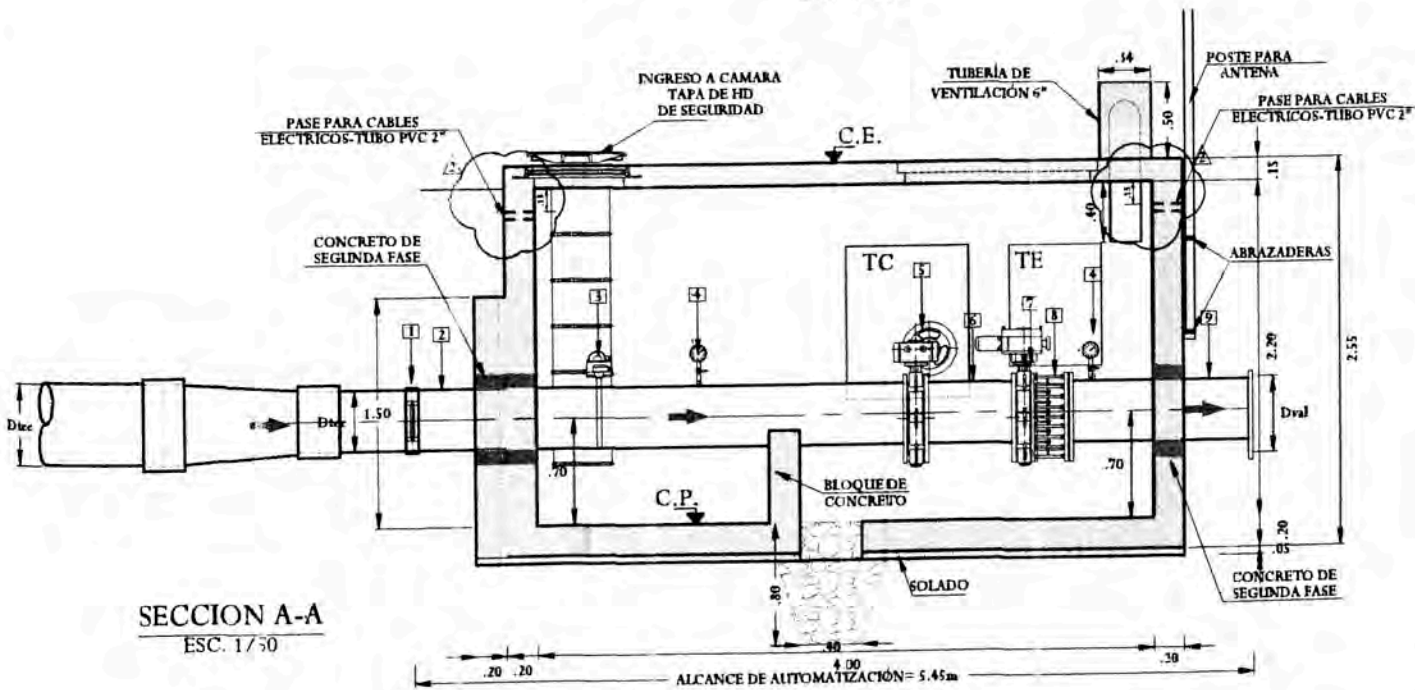
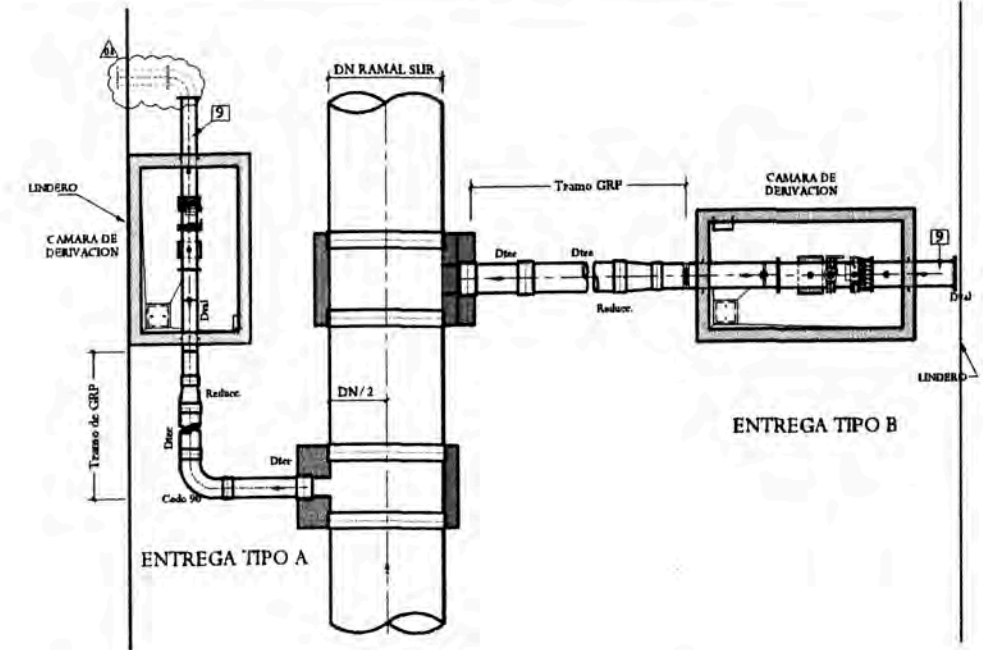
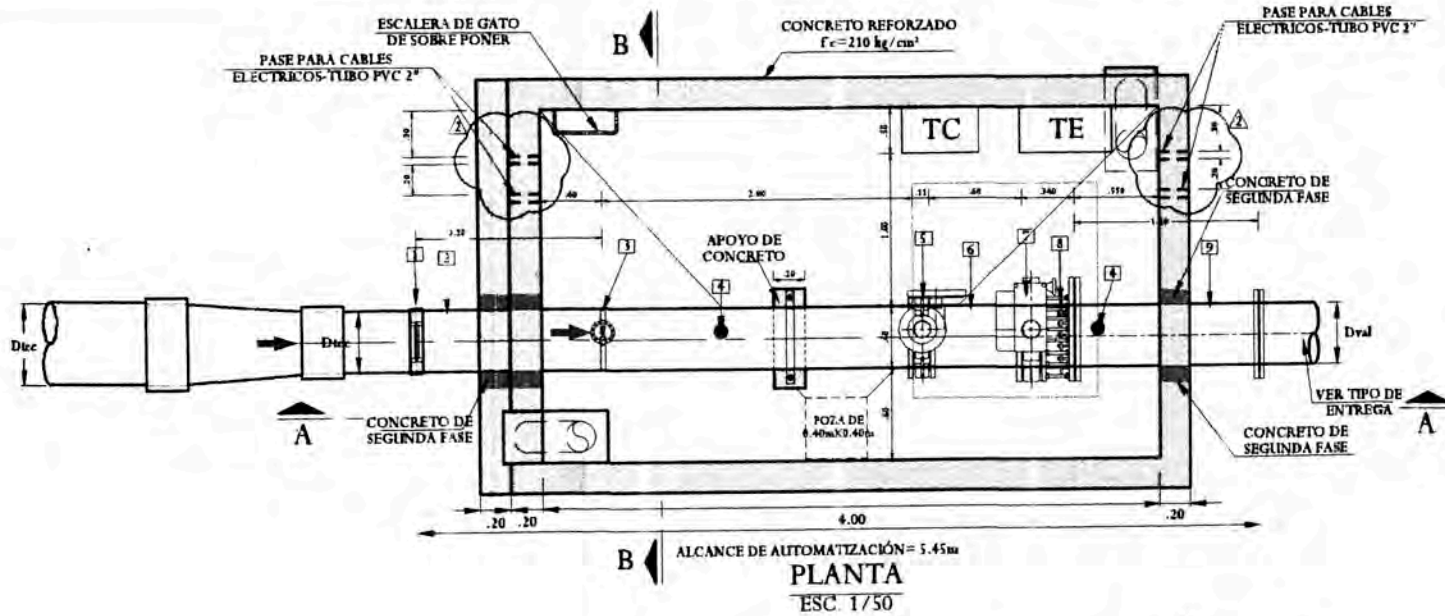
## **PLANOS**

- Plano 1: Plano Típico de Cámara de Entrega - Tierras Nuevas – Ramal Sur.
- Plano 2: Plano Típico de Cámara de Entrega - Tierras Nuevas – Ramal Norte.
- Plano 3: Plano de Sectorización (dos sectores) de las líneas eléctricas del Sistema de Utilización en 22,9 kV para Tierras Nuevas.

## **APENDICE**

- Anexo 1: Cronograma de Obra de Sistema de Utilización en 22,9 kV para Tierras Nuevas del Proyecto Irrigación Olmos.
- Anexo 2: Metrado y Costos del Sistema de Utilización en 22,9 kV para Tierras Nuevas del Proyecto Irrigación Olmos.
- Anexo 3: Formato de Control de Avance de Trabajos Diarios.
- Anexo 4: Formato de Programación Semanal.
- Anexo 5: Formato de Lookahead (programación de 4 semanas).
- Anexo 6: Formato Porcentaje de Plan Cumplido (PPC).

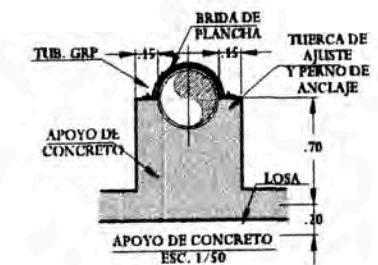
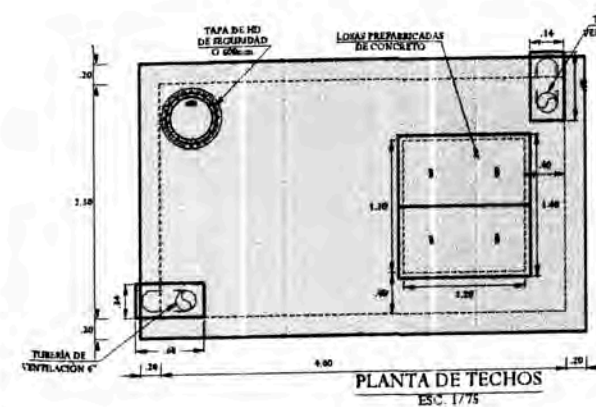




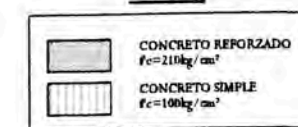
Nº	DESCRIPCION	CANT.
1	JUNTA MECANICA PARA DESMONTAJE PN 10 Bar DN 400mm	06
2	NIPLE DE ACERO PN 10 Bar CON EXTREMO BRIDADO Y OTRO LISO DE Ø 400mm, L=3.20m	06
3	MEDIDOR DE CAUDAL ULTRASONICO DE SOBREPONER PN 10 Bar Ø 400mm	06
4	TRANSDUCTOR ELECTRONICO DE SOBREPONER PN 10 Bar Ø 400mm	12
5	VÁLV. MARIP. T. WAFER, ACCIONAM. MANUAL CIERRE DE HD BRIDADA PN 10 Bar Ø 400mm	06
6	NIPLE DE ACERO PN 10 bar CON EXTREMOS BRIDADOS DE Ø 400mm, L=0.60m	06
7	VÁLV. MARIP. T. WAFER, ACCIONAM. ELECTROMIC. DE HD BRIDADA PN 10Bar DN 400mm	06
8	UNION DE DESMONTAJE TIPO AUTOBLOQUEANTE DE HD BRIDADO PN 6 Bar DN 400mm	06
9	NIPLE DE ACERO PN 10 Bar CON PASAMURO Y EXTREMOS BRIDADOS DE Ø 400mm, L=1.20m	06

UBICACIÓN DE CAMARAS DE DERIVACION - OLMOS RAMAL SUR

Ord	Prog.	Derivacion	DN Prindpal (mm)	Dtee Derivacion (mm)	Dval Derivacion (mm)	Caudal Derivacion (m3/s)	Margen	DN Rasante (msnm)	Dval Rasante (msnm)	CP Nivel Piso (msnm)	CE Elev. Techo (msnm)	L Largo de Camara	Tipo de Entrega
1	12-083.16	DR-B10a	1.50	0.50	0.40	0.325	MD	66.230	66.780	66.280	68.630	4.60	B
2	13-403.91	DR-B9b	1.50	0.50	0.40	0.325	MD	60.965	61.515	61.015	63.365	4.60	B
3	16-028.38	DR-B8b	1.20	0.50	0.40	0.325	MD	55.858	56.258	55.758	58.108	4.60	A
4	17-347.56	DR-B8a	1.10	0.50	0.40	0.325	MI	51.397	51.747	51.247	53.597	4.60	B
5	18-639.41	DR-B7b	1.00	0.50	0.40	0.325	MD	48.930	49.230	48.730	51.080	4.60	B
6	20-098.79	DR-B7a	0.80	0.50	0.40	0.325	MD	44.976	45.176	44.676	47.026	4.60	B



LEYENDA



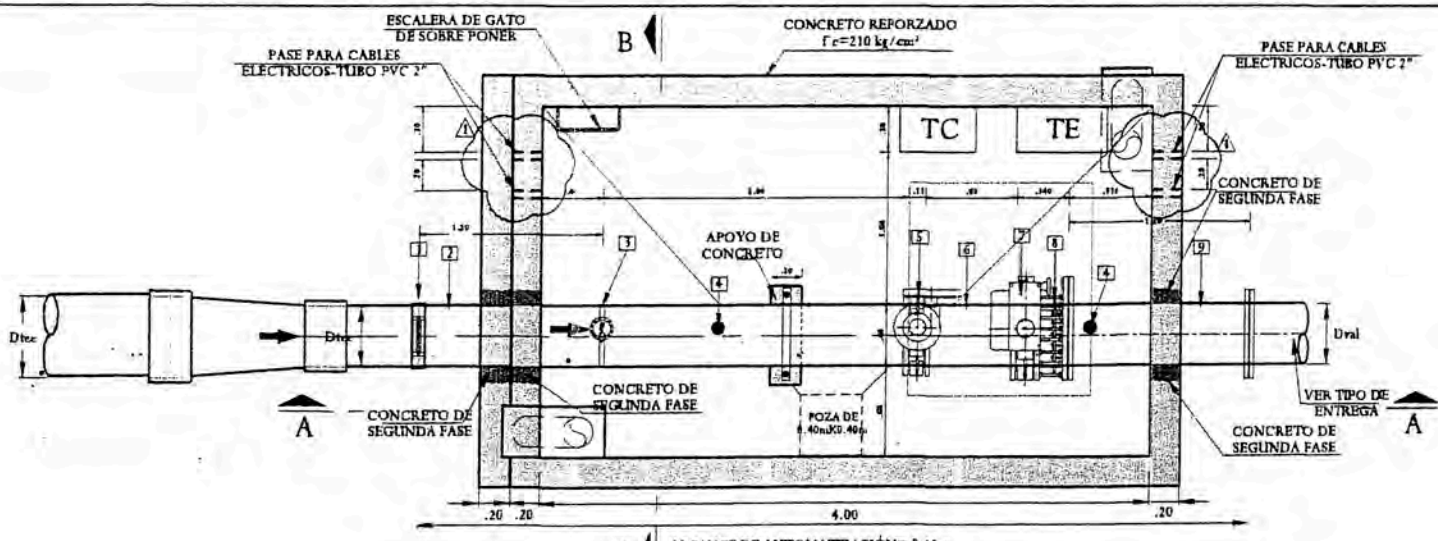
ESPECIFICACIONES TECNICAS

CONCRETO ARMADO  
f'c=210 Kg/cm²

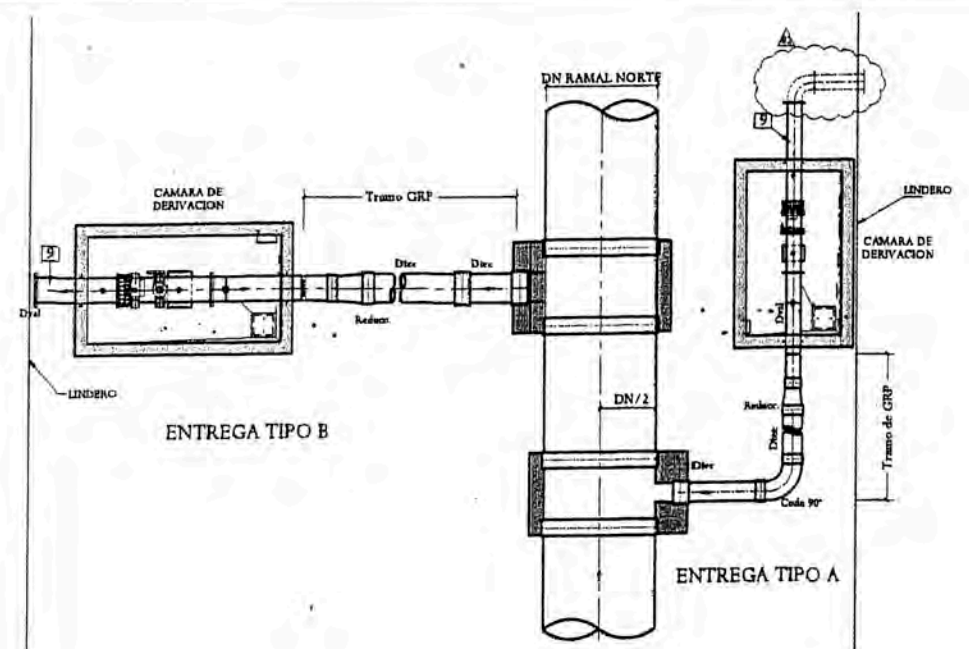
ACERO:  
Fy=4200 Kg/cm²

RECUBRIMIENTO:  
r=5.0 cms

CONCEDENTE: 	CONCESIONARIO: 	CONSTRUCTOR: 	CONSULTOR: 	REVISIONES		ESCALA: INDICADA FECHA: SET - 2013 CODIGO: ID-DIS-RSU-IV-26	REVISION: 03
				DISEÑO: [ ] REVISADO: [ ] APROBADO: [ ]	Nº: [ ] FECHA: [ ] DESCRIPCION: [ ]		

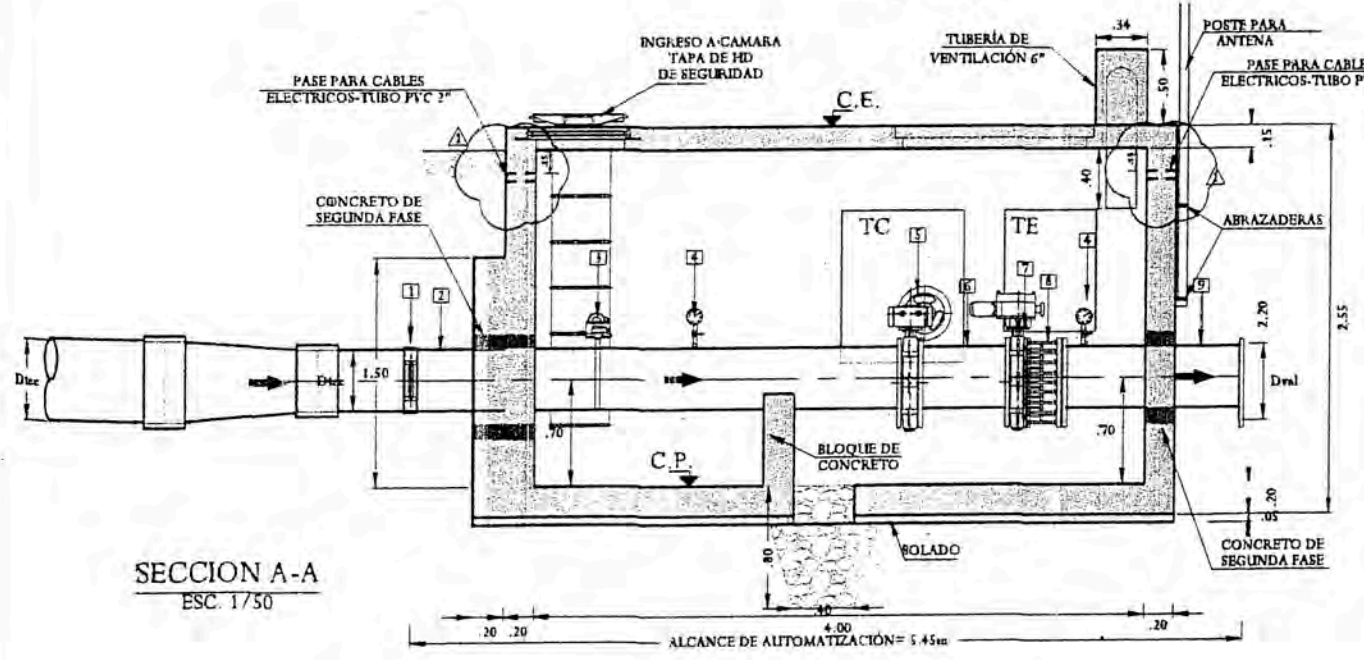


ALCANCE DE AUTOMATIZACION= 5.45m  
**PLANTA**  
ESC. 1/50

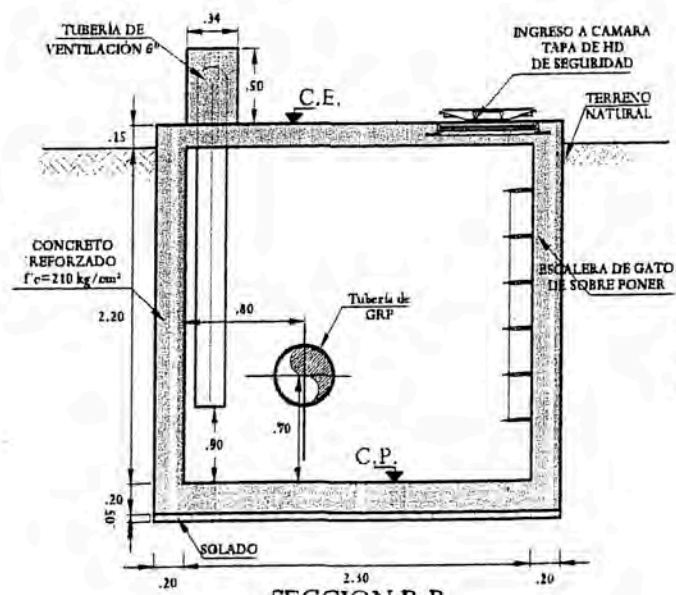


ENTREGA TIPO B

ENTREGA TIPO A

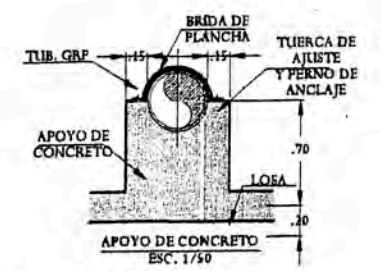


SECCION A-A  
ESC. 1/50



SECCION B-B  
ESC. 1/50

LISTA DE ACCESORIOS		
Número	DESCRIPCION	CANT.
1	JUNTA MECANICA PARA DESMONTAJE PN 10 Bar DN 400mm	02
2	NIPLE DE ACERO PN 10 Bar CON EXTREMOS BRIDADO Y OTRO LIBRO DE Ø400mm, L=1.20m	02
3	MEDIDOR DE CAUDAL ULTRASONICO DE SOBREPONER PN 10 Bar Ø400mm	02
4	TRANSDUCTOR ELECTRONICO DE SOBREPONER PN 10 Bar Ø400mm	04
5	VALVULA MARIPOSA TIPO WAFER, ACCIONAMIENTO MANUAL DE CIERRE DE HD BRIDADA PN 10 Bar 400mm	02
6	NIPLE DE ACERO PN 10 Bar CON EXTREMOS BRIDADOS DE Ø400mm, L=0.60m	02
7	VALVULA MARIPOSA TIPO WAFER, ACCIONAMIENTO ELECTROMECANICO DE HD BRIDADA PN 10 Bar DN 400mm	02
8	UNION DE DESMONTAJE TIPO AUTOBLOQUEANTE DE HD BRIDADO PN 6 Bar DN 400mm	02
9	NIPLE DE ACERO PN 10 Bar CON PASAMURO Y EXTREMOS BRIDADOS DE Ø400mm, L=1.20m	02

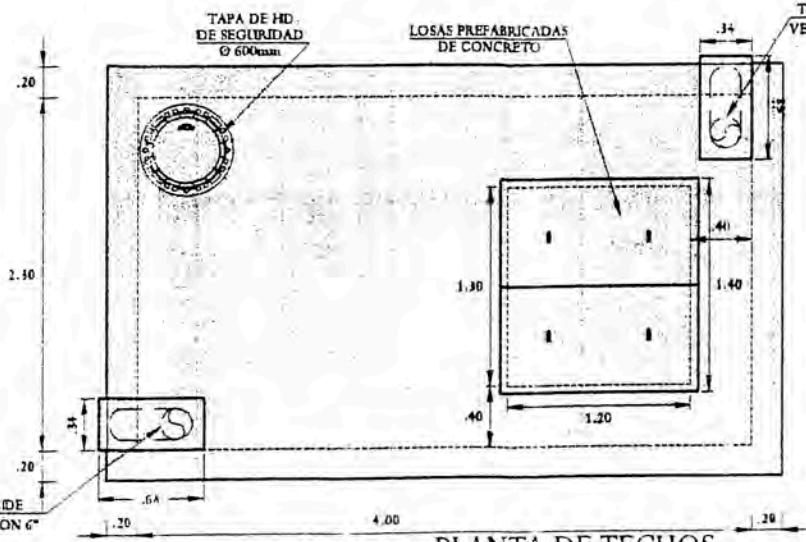


ESC. 1/50

**LEYENDA**

[Hatched Box]	CONCRETO REFORZADO f'c=210kg/cm²
[Plain Box]	CONCRETO SIMPLE f'c=100kg/cm²

**ESPECIFICACIONES TECNICAS**  
**CONCRETO ARMADO**  
**CONCRETO:**  
 f'c=210 Kg/cm²  
**ACERO:**  
 Fy=4200 Kg/cm²  
**RECUBRIMIENTO:**  
 Γ=5.0 cms

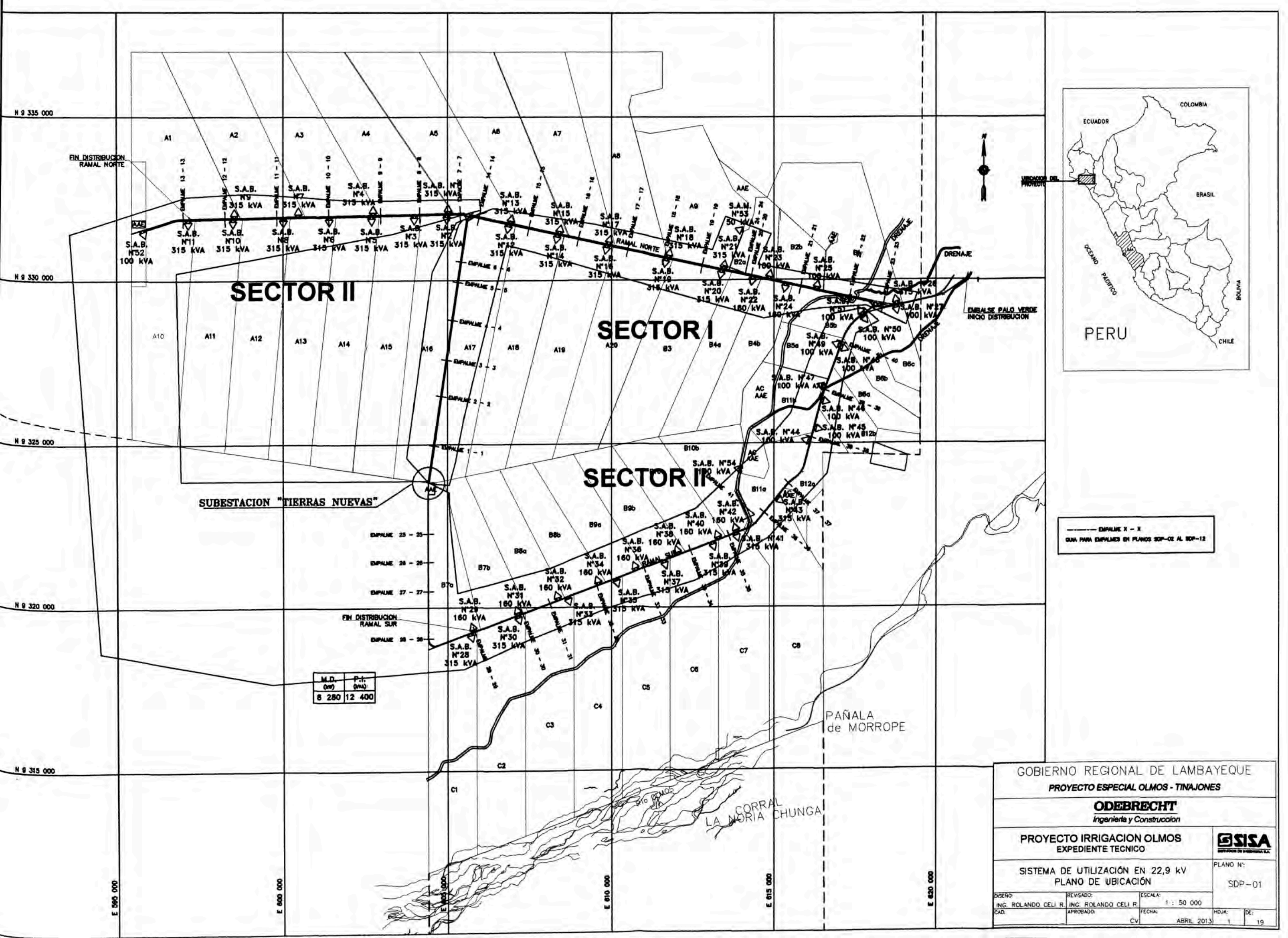


PLANTA DE TECHOS  
ESC. 1/50

UBICACION DE CAMARAS DE DERIVACION Dval= 400mm - RAMAL NORTE													
N°	Prog.	Derivación	DN Principal (mm)	Dtee Derivación (mm)	Dval Derivación (mm)	Caudal Derivación (m³/s)	Margen	DN Rasante (masm)	Dval Rasante (masm)	CP Nivel Piso (masm)	CE Elev. Techo (masm)	L Largo de Camara (m)	Tipo de Entrega
1	5+876.64	DR-B4b	2,300	500	400	0.325	MI	74.975	75.925	72.425	77.775	4.60	B
2	6+903.61	DR-B4b	2,300	500	400	0.325	MI	71.787	72.687	72.187	74.537	4.60	B

	CONCEDENTE:	CONCESIONARIO:	CONSTRUCTOR:	CONSULTOR:	DIRECCION: SA DISEÑO: SA REVISADO: CV APROBADO:	<b>REVISIONES</b> DESCRIPCION: 01: Licitación 02: Modificación de entrega Tipo B	<b>PROYECTO IRRIGACION OLMOS</b> <b>INGENIERIA DE DETALLE</b> SISTEMA DE DISTRIBUCION - RAMAL NORTE CAMARA DE DERIVACION TIPICA DN 400mm FORMAS: PLANTA Y SECCIONES	ESCALA: INDICADA FECHA: SET - 2013 CODIGO: ID-DIS-RNO-IV-29	REVISION: 02
	1	2	3	4	5	6	7	8	9





----- EMPALME X - X  
 GUÍA PARA EMPALMES EN PLANOS SDP-02 AL SDP-12

M.D. (m)	P.T. (m)
5 280	12 400

GOBIERNO REGIONAL DE LAMBAYEQUE  
 PROYECTO ESPECIAL OLMOS - TINAJONES

**ODEBRECHT**  
 Ingeniería y Construcción

PROYECTO IRRIGACION OLMOS  
 EXPEDIENTE TECNICO

SISTEMA DE UTILIZACIÓN EN 22,9 kV  
 PLANO DE UBICACIÓN

PLANO N°:  
SDP-01

DESENÑO: ING. ROLANDO CELI R.	REVISADO: ING. ROLANDO CELI R.	ESCALA: 1 : 50 000
CADI:	APROBADO:	FECHA: ABRIL 2013
	CV	HOJA: 1 DE: 19





## SUMINISTRO DE MATERIALES

### SISTEMA DE UTILIZACIÓN EN 22,9 KV PARA ELECTRIFICAR ÁREA DE TIERRAS NUEVAS

UBICACIÓN : DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE  
 SECCIÓN I : LÍNEAS PRIMARIAS  
 A: SUMINISTRO DE MATERIALES

- (1) Circuito I - 3ø 22,9 Kv de 120mm2  
 (2) Circuito II - 3ø 22.9 KV-120mm2  
 (3) Derivacion del Circuito II - 3ø 22.9 KV-35mm2  
 (4) Circuito III - 3ø 22.9 KV-120mm2  
 (5) Derivacion del Circuito III - 3ø 22.9 KV-35mm2

ITEM	DESCRIPCIÓN DE PARTIDAS		UNID	METRADOS PARCIALES					Metrado Cantidad	Costo Unitario \$/.	Costo Unitario US\$	Costo TOTAL \$/.	Costo SUB-TOTAL US\$
				(1) Cant.	(2) Cant.	(3) Cant.	(4) Cant.	(5) Cant.					
<b>1.00</b>	<b>POSTES Y CRUCETAS DE CAC</b>												
1.01	POSTE DE CONCRETO DE 13 m/300 daN (INCLUYE PERILLA)	0.00	u	121.00	146.00	6.00	142.00	11.00	426.0	825.00	305.56	351,450.00	130,166.67
1.02	POSTE DE CONCRETO DE 13 m/400 daN (INCLUYE PERILLA)	0.00	u	53.00	64.00	8.00	78.00	7.00	210.0	875.00	324.07	183,750.00	68,055.56
	<b>SUB-TOTAL :</b>												
0.01	MEDIA LOSA DE CONCRETO	0.00	u	12.00	16.00	1.00	25.00	1.00	55.0	168.53	62.42	9,269.15	3,433.02
0.02	MEDIA PALOMILLA	0.00	u	13.00	17.00	1.00	26.00	1.00	58.0	61.50	22.78	3,567.00	1,321.11
0.03	MENSULA DE CAC DE 1.20 m LONG	0.00	u	522.00	630.00	42.00	660.00	54.00	1,908.0	79.43	29.42	151,552.44	56,130.53
0.04	CRUCETA CAV AZ 1.5 m	0.00	u	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	10.0	85.25	31.57	852.50	315.74
0.05	CRUCETA DE MADERA TRATADA DE SECCIÓN CUADRADA DE 4"x4" Y 2.40 m DE LONG.	0.00	u	6.00	6.00	2.00	6.00	2.00	22.0	180.00	66.67	3,960.00	1,466.67
	<b>SUB-TOTAL :</b>											<b>704,401.09</b>	<b>260,889.29</b>
<b>2.00</b>	<b>AISLADORES Y ACCESORIOS</b>												
2.01	AISLADOR POLIMÉRICO TIPO PIN, CLASE 27 KV, DIST. MIN. FUGA= 705 mm	0.00	u	443.00	534.00	30.00	543.00	44.00	1,594.0	125.00	46.30	199,250.00	73,796.30
2.02	AISLADOR POLIMÉRICO SUSPENSIÓN, CLASE 27 KV, CON HERRAJE F'G'	0.00	u	318.00	384.00	48.00	468.00	42.00	1,260.0	175.00	64.81	220,500.00	81,666.67
2.03	ESPIGA PUNTA DE POSTE A° G° 3/4" x 18" x 1 3/8" CAB. Pb	0.00	u	147.67	178.00	10.00	181.00	14.67	531.3	16.00	5.93	8,501.33	3,148.64
2.04	ESPIGA PARA MENSULA A° G° 3/4" x 16" x 1 3/8" CAB. Pb	0.00	u	295.33	356.00	20.00	362.00	29.33	1,062.7	16.00	5.93	17,002.67	6,297.28
2.05	GRAPA DE ANCLAJE TIPO PISTOLA PARA CONDUCTOR DE ALUMINIO DE 120 mm2, CON 3 PERNOS 1/2" DIAM	0.00	u	318.00	384.00	0.00	468.00	0.00	1,170.0	35.00	12.96	40,950.00	15,166.67
2.06	GRAPA DE ANCLAJE TIPO PISTOLA PARA CONDUCTOR DE ALUMINIO DE 35 mm2, CON 3 PERNOS 1/2" DIAM	0.00	u	0.00	0.00	48.00	0.00	42.00	90.0	30.00	11.11	2,700.00	1,000.00
2.07	GRAPA DE ANGULO PARA CONDUCTOR DE 120 mm2	3.00	u	3.00	3.00	0.00	3.00	0.00	9.0	26.00	9.63	234.00	86.67
	<b>SUB-TOTAL :</b>											<b>489,138.00</b>	<b>181,162.22</b>
<b>3.00</b>	<b>CONDUCTOR DE ALEACIÓN DE ALUMINIO</b>												
3.01	CONDUCTOR DE ALEACIÓN DE ALUMINIO AAAC DE 120 mm2	0.00	m	57000.00	68000.00	0.00	73000.00	0.00	198,000.0	3.85	1.43	762,300.00	282,333.33
3.01	CONDUCTOR DE ALEACIÓN DE ALUMINIO AAAC DE 35 mm2	0.00	m	0.00	0.00	4000.00	0.00	5800.00	9,600.0	1.65	0.61	15,840.00	5,866.67
	<b>SUB-TOTAL :</b>											<b>778,140.00</b>	<b>288,200.00</b>
<b>4.00</b>	<b>CABLE SUBTERRANEO DE MEDIA TENSIÓN</b>												
4.01	CONDUCTOR TIPO SUBTERRANEO MT, UNIPOLAR TIPO N2XSJ 3-1x70 mm2, 18/30 KV	0.00	m	80.00	80.00	0.00	80.00	0.00	240.0	240.00	88.89	57,600.00	21,333.33
4.02	CINTA SEÑALIZADORA VINILICA, "PELIGRO CABLES SUBTERRANEOS ENTERRADOS DE ALTA TENSIÓN"	0.00	m	60.00	60.00	0.00	60.00	0.00	180.0	0.12	0.04	21.60	8.00
4.03	TUBERIA PVC PESADO DE 3" DE DIAMETRO	0.00	m	40.00	40.00	0.00	40.00	0.00	120.0	5.60	2.07	672.00	248.89
4.04	TERMINACIÓN EXTERIOR TIPO TERMORRESTRINGENTE PARA CABLE 3-1x70 mm2, CLASE 30 KV	0.00	Kit	4.00	4.00	0.00	4.00	0.00	12.0	820.00	303.70	9,840.00	3,644.44
	<b>SUB-TOTAL :</b>											<b>68,133.60</b>	<b>25,234.67</b>
<b>5.00</b>	<b>ACCESORIOS PARA CONDUCTOR DE ALEACION ALUMINIO</b>												
5.01	VARILLA DE ARMAR PREFORMADA SIMPLE AL-AL, PARA CONDUCTOR DE 120 mm2	0.00	u	443.00	534.00	0.00	543.00	0.00	1,520.0	7.25	2.69	11,020.00	4,081.48
5.02	VARILLA DE ARMAR PREFORMADA SIMPLE AL-AL, PARA CONDUCTOR DE 35 mm2	0.00	u	0.00	0.00	30.00	0.00	44.00	74.0	6.90	2.56	510.60	189.11
5.03	CINTA PLANA DE ARMAR DE AL. GDO 1345, ESPESOR 1.3 mm ANCHO 7.6 mm	0.00	u	318.00	384.00	48.00	468.00	42.00	1,260.0	7.70	2.85	9,702.00	3,593.33
5.04	MANGUITO DE EMPALME PARA CONDUCTOR DE 120 mm2	0.00	u	24.00	24.00	0.00	24.00	0.00	72.0	12.00	4.44	864.00	320.00
5.05	MANGUITO DE EMPALME PARA CONDUCTOR DE 35 mm2	0.00	u	0.00	0.00	3.00	0.00	3.00	6.0	12.00	4.44	72.00	26.67
5.06	CONECTOR DE COMPRESIÓN TIPO AMPAC, PARA CONDUCTORES 120/120 mm2	0.00	u	54.00	75.00	0.00	90.00	0.00	219.0	12.20	4.52	2,671.80	989.56
5.07	CONECTOR DE COMPRESIÓN TIPO AMPAC, PARA CONDUCTORES 120/35 mm2	0.00	u	72.00	81.00	54.00	105.00	48.00	360.0	10.40	3.85	3,744.00	1,386.67
	<b>SUB-TOTAL :</b>											<b>28,584.40</b>	<b>10,586.61</b>
<b>6.00</b>	<b>MATERIAL DE FERRETERIA PARA POSTES Y CRUCETAS</b>												
6.01	PERNO DOBLE ARMADO DE A°G° DE 5/8" ø x 16" LONG, PROVISTO DE 4 TUERCAS	0.00	u	295.33	356.00	20.00	362.00	29.33	1,062.7	12.50	4.63	13,283.33	4,919.75
6.02	PERNO DOBLE ARMADO DE A°G° DE 5/8" ø x 20" LONG, PROVISTO DE 4 TUERCAS	0.00	u	555.00	671.00	48.00	719.00	60.00	2,053.0	12.50	4.63	25,662.50	9,504.63
6.03	PERNO OJO DE A°G° DE 16 mm ø x 12", PROVISTO DE TUERCA Y CONTRATUERCA	0.00	u	318.00	384.00	48.00	468.00	42.00	1,260.0	7.98	2.96	10,054.80	3,724.00
6.04	TUERCA-OJO PARA PERNO DE 16 mm ø	0.00	u	159.00	192.00	24.00	234.00	21.00	630.0	5.95	2.20	3,748.50	1,388.33
6.05	ABRAZADERA DE A°G° PARA RETENIDAS EN POSTES DE 03 CUERPOS	0.00	u	159.00	192.00	24.00	234.00	21.00	630.0	5.95	2.20	3,748.50	1,388.33
6.06	ARANDELA CUADRADA CURVA DE A° G°, 57 x 57 x 5 mm, AGUJERO DE 18 mm ø	0.00	u	613.33	740.00	68.00	830.00	71.33	2,322.7	1.05	0.39	2,438.80	903.26
6.07	ARANDELA CUADRADA PLANA DE A° G°, 57 x 57 x 5 mm, AGUJERO DE 18 mm ø	0.00	u	714.00	863.00	72.00	953.00	81.00	2,683.0	1.08	0.40	2,897.64	1,073.20
6.08	PLACA DE SEÑAL DE PELIGRO	0.00	u	174.00	210.00	14.00	220.00	18.00	636.0	4.32	1.60	2,747.52	1,017.60
6.09	PLACA DE NUMERACION DE ESTRUCTURA	0.00	u	174.00	210.00	14.00	220.00	18.00	636.0	4.32	1.60	2,747.52	1,017.60
6.10	PLACA DE SECUENCIA DE FASES	0.00	u	522.00	630.00	42.00	660.00	54.00	1,908.0	2.85	1.06	5,437.80	2,014.00
	<b>SUB-TOTAL :</b>											<b>72,766.91</b>	<b>26,950.71</b>

## SUMINISTRO DE MATERIALES SISTEMA DE UTILIZACIÓN EN 22,9 KV PARA ELECTRIFICAR ÁREA DE TIERRAS NUEVAS

UBICACIÓN : DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE  
SECCIÓN I : LÍNEAS PRIMARIAS  
A: SUMINISTRO DE MATERIALES

- (1) Circuito I - 3ø 22,9 Kv de 120mm<sup>2</sup>  
(2) Circuito II - 3ø 22.9 KV-120mm<sup>2</sup>  
(3) Derivacion del Circuito II - 3ø 22.9 KV-35mm<sup>2</sup>  
(4) Circuito III - 3ø 22.9 KV-120mm<sup>2</sup>  
(5) Derivacion del Circuito III - 3ø 22.9 KV-35mm<sup>2</sup>

ITEM	DESCRIPCIÓN DE PARTIDAS	UNID	METRADOS PARCIALES					Metrado Cantidad	Costo Unitario S/.	Costo Unitario US\$.	Costo TOTAL S/.	Costo SUB-TOTAL US\$.
			(1) Cant.	(2) Cant.	(3) Cant.	(4) Cant.	(5) Cant.					
<b>7.00</b>	<b>RETENIDAS Y ANCLAJES</b>											
7.01	CABLE DE ACERO GRADO SIEMENS MARTIN, DE 10 mm ø	m	2114.00	2506.00	140.00	2744.00	196.00	7,700.0	3.95	1.46	30,415.00	11,264.81
7.02	PERNO OJO DE A*G* DE 16 mm ø x 12", PROVISTO DE TUERCA Y CONTRATUERCA	u	151.00	179.00	10.00	196.00	14.00	550.0	9.12	3.38	5,016.00	1,857.78
7.03	VARILLA DE ANCLAJE DE A* G* DE 16 mm ø x 2,40 m, PROVISTO DE OJAL GUARDACABO EN UN EXTREMO; TCA Y CTCA	u	151.00	179.00	10.00	196.00	14.00	550.0	32.89	12.18	18,089.50	6,699.81
7.04	AISLADOR POLIMÉRICO SUSPENSIÓN, CLASE 36 KV, CON HERRAJE F*G*	u	151.00	179.00	10.00	196.00	14.00	550.0	8.50	3.15	4,675.00	1,731.48
7.04	MORDAZA PREFORMADA DE A* G* PARA CABLE DE 10 mm ø	u	302.00	358.00	20.00	392.00	28.00	1,100.0	6.05	2.24	6,855.00	2,464.81
7.05	ALAMBRE DE ACERO GALVANIZADO N° 16; PARA ENTORCHADO	m	302.00	358.00	20.00	392.00	28.00	1,100.0	11.50	4.28	12,850.00	4,685.19
7.06	ARANDELA DE ANCLAJE, DE A* G*, 102 x 102 x 6,35 mm, AGUJERO DE 18 mm ø	u	151.00	179.00	10.00	196.00	14.00	550.0	3.17	1.17	1,743.50	645.74
7.07	ARANDELA CUADRADA CURVA DE A* G*, 57 x 57 x 5 mm, AGUJERO DE 18 mm ø	u	302.00	358.00	20.00	392.00	28.00	1,100.0	0.95	0.35	1,045.00	387.04
7.08	BLOQUE DE CONCRETO DE 0,50 x 0,50 x 0,20 m	u	151.00	179.00	10.00	196.00	14.00	550.0	30.50	11.30	16,775.00	6,212.96
7.09	GRILLETE TIPO LORA DE 5/8" DE ESPESOR, 70 kn	u	302.00	358.00	20.00	392.00	28.00	1,100.0	8.50	3.15	9,350.00	3,462.96
	<b>SUB-TOTAL :</b>										<b>106,414.00</b>	<b>39,412.59</b>
<b>8.00</b>	<b>MATERIAL PARA PUESTA A TIERRA</b>											
8.01	CONDUCTOR DE COBRE RECOCIDO, CABLEADO, CON CUBIERTA THW DE 35 mm <sup>2</sup> , COLOR VERDE-AMARILLO.	u	8983.70	10830.60	666.60	11183.70	915.20	32,579.8	7.80	2.89	254,122.44	94,119.42
8.02	CONDUCTOR DE COBRE RECOCIDO, CABLEADO, CON CUBIERTA THW DE 70 mm <sup>2</sup> , COLOR VERDE-AMARILLO.	m	520.00	680.00	40.00	1040.00	40.00	2,320.0	14.60	5.41	33,872.00	12,545.19
8.03	PLANCHA DOBLADA DE COBRE TIPO J, PARA TOMA A TIERRA DE ESPIGAS Y/O PERNOS	u	761.00	918.00	78.00	1011.00	86.00	2,854.0	12.88	4.76	36,702.44	13,593.50
8.04	ELECTRODO COPPERWELD, DE ACERO RECUBIERTO DE COBRE DE 16 mm ø x 2,40 m	u	174.00	210.00	14.00	220.00	18.00	636.0	38.70	14.33	24,613.20	9,116.00
8.05	ELECTRODO DE COBRE PURO DE 16 mm ø x 2,40 m	u	26.00	34.00	2.00	52.00	2.00	116.0	165.00	61.11	19,140.00	7,088.89
8.06	CONECTOR DE BRONCE PARA ELECTRODO DE 16 mm ø	u	200.00	244.00	16.00	272.00	20.00	752.0	4.64	1.72	3,489.28	1,292.33
8.07	CONECTOR DE COBRE TIPO PERNO PARTIDO PARA CONDUCTOR 35 mm <sup>2</sup>	u	400.00	488.00	32.00	544.00	40.00	1,504.0	3.50	1.30	5,264.00	1,949.63
8.08	CONECTOR DOBLE VIA BIMETÁLICO PARA CABLE DE ACERO 10 mm DIAM. Y CONDUCTOR COBRE 35 mm <sup>2</sup>	u	151.00	179.00	10.00	196.00	14.00	550.0	5.40	2.00	2,970.00	1,100.00
8.09	BENTONITA INDUSTRIAL (EN SACOS 50 Kg)	u	226.00	278.00	18.00	324.00	22.00	868.0	36.00	13.33	31,248.00	11,573.33
8.10	SAL INDUSTRIAL (EN SACOS 50 Kg)	u	226.00	278.00	18.00	324.00	22.00	868.0	32.00	11.85	27,776.00	10,287.41
8.11	TIERRA DE CHACRA HUMEDA, TIPO HUMUS	m <sup>3</sup>	480.00	585.60	38.40	652.80	48.00	1,804.8	28.00	10.37	50,534.40	18,716.44
8.12	CAJA DE REGISTRO DE CONCRETO ARMADO, CON TAPA CIRCULAR	u	200.00	244.00	16.00	272.00	20.00	752.0	30.00	11.11	22,560.00	8,355.56
8.13	ACCESORIO ANTIHURTO DE PUESTA A TIERRA	u	200.00	244.00	16.00	272.00	20.00	752.0	12.50	4.63	9,400.00	3,481.48
8.14	TUBERIA PVC PESADO DE 3/4" DE DIAMETRO	m	300.00	366.00	24.00	408.00	30.00	1,128.0	2.50	0.93	2,820.00	1,044.44
	<b>SUB-TOTAL :</b>										<b>524,511.76</b>	<b>194,263.61</b>
<b>9.00</b>	<b>EQUIPO DE PROTECCION Y MANIOBRA</b>											
9.01	RECONECTADOR AUTOMATICO DE 27 KV, 400A, 150 kv-BIL, 12 kA Incluye control,	u	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	3.0	49,500.00	18,333.33	148,500.00	55,000.00
9.02	SECCIONADOR FUSIBLE UNIPOLAR TIPO EXPULSION (CUT-OUT) POLIMERICO DE 27 KV, 100A, 150KV-BIL.	u	44.00	60.00	3.00	95.00	3.00	205.0	200.00	74.07	41,000.00	15,185.19
9.03	FUSIBLE TIPO EXPULSION DE 10 A, TIPO K	u	44.00	60.00	3.00	95.00	3.00	205.0	18.60	6.89	3,813.00	1,412.22
	<b>SUB-TOTAL :</b>										<b>193,313.00</b>	<b>71,597.41</b>
<b>10.00</b>	<b>TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN</b>											
10.01	TRANSFORMADOR MONOFASICO DE 7.5 kVA; 13,2/0,23 Kv (uso de RMT)	u	5.00	7.00	0.00	16.00	0.00	28.0	2,860.00	1,059.26	80,080.00	29,659.26
10.02	TRANSFORMADOR MONOFASICO DE 15 kVA; 13,2/0,23 Kv (uso de RMT)	u	3.00	5.00	0.00	4.00	0.00	12.0	3,600.00	1,333.33	43,200.00	16,000.00
	<b>SUB-TOTAL :</b>										<b>123,280.00</b>	<b>45,659.26</b>
<b>11.00</b>	<b>TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN</b>											
11.01	TABLEROS DE DISTRIBUCION S.E. MONOFASICA DE 7.5 kVA; 230 V	u	5.00	7.00	0.00	16.00	0.00	28.0	1,026.00	380.00	28,728.00	10,640.00
11.02	TABLEROS DE DISTRIBUCION S.E. MONOFASICA DE 15 kVA; 230 V	u	3.00	5.00	0.00	4.00	0.00	12.0	1,390.50	515.00	16,686.00	6,180.00
11.03	CAJA PORTAMEDIDOR LMT S.E. MONOFASICA 7.5 kVA y 15 kVA; 230 V	u	8.00	12.00	0.00	20.00	0.00	40.0	120.00	44.44	4,800.00	1,777.78
	<b>SUB-TOTAL :</b>										<b>50,214.00</b>	<b>18,597.78</b>
<b>12.00</b>	<b>CABLES DE ENERGÍA DE BAJA TENSIÓN</b>											
12.01	CABLE SUBTERRANEO TIPO NYY, 1 KV, DE CONFORMACIÓN PARALELA DE 2-1x6mm <sup>2</sup>	m	96.00	42.00	0.00	96.00	0.00	168.0	12.50	4.63	2,100.00	777.78
	<b>SUB-TOTAL :</b>										<b>2,100.00</b>	<b>777.78</b>
<b>TOTAL SUMINISTRO DE MATERIALES</b>											<b>3,140,996.76</b>	<b>1,163,332.13</b>



## MONTAJE ELECTROMECAÁNICO

### SISTEMA DE UTILIZACIÓN EN 22,9 KV PARA ELECTRIFICAR AREA TIERRAS NUEVAS

UBICACIÓN : DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE  
 SECCIÓN I : LÍNEAS PRIMARIAS  
 B: MONTAJE ELECTROMECAÁNICO

(1) Circuito I - 3ø 22,9 Kv de 120mm2  
 (2) Circuito II - 3ø 22.9 KV-120mm2  
 (3) Derivacion del Circuito II - 3ø 22.9 KV-35mm2  
 (4) Circuito III - 3ø 22.9 KV-120mm2  
 (5) Derivacion del Circuito III - 3ø 22.9 KV-35mm2

ITEM	DESCRIPCIÓN DE PARTIDAS	UNID.	METRADOS PARCIALES					Medrado Cantidad	Costo Unitario S/.	Costo Unitario U.S.	Costo TOTAL S/.	Costo TOTAL U.S.
			(1) Cant.	(2) Cant.	(3) Cant.	(4) Cant.	(5) Cant.					
<b>1.00</b>	<b><u>OBRAS PRELIMINARES</u></b>											
1.01	CARTEL PARA OBRA	u	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	7,800.00	2,888.89	7800.00	2888.89
1.02	MONITOREO DE ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (MONITOREO AMBIENTAL)	km	19.00	22.67	1.33	24.33	1.87	69.20	625.17	231.54	43261.76	16022.88
1.03	REPLANTEO TOPOGRÁFICO Y UBICACIÓN DE ESTRUCTURAS EN LINEAS PRIMARIAS	km	19.00	22.67	1.33	24.33	1.87	69.20	635.75	235.46	43993.55	16293.91
1.04	INGENIERIA DE DETALLE DE LAS LINEAS PRIMARIAS	km	19.00	22.67	1.33	24.33	1.87	69.20	353.47	130.81	24459.95	9059.24
	<b>SUB-TOTAL 1:</b>										<b>119515.27</b>	<b>44264.91</b>
<b>2.00</b>	<b><u>INSTALACION DE POSTES DE CAC</u></b>											
2.01	TRANSPORTE DE POSTE DE 13 m DE ALMACEN A PUNTO DE IZAJE	u	174.00	210.00	14.00	220.00	18.00	636.00	129.33	47.90	82253.88	30464.40
2.02	EXCAVACIÓN EN TERRENO TIPO I (vegetal-arenoso)	m <sup>3</sup>	222.72	268.80	17.92	281.60	23.04	814.08	149.96	55.54	122075.37	45213.10
2.03	EXCAVACIÓN EN TERRENO TIPO III (Rocoso)	m <sup>3</sup>	55.68	67.20	4.48	70.40	5.76	203.52	194.94	72.20	39674.49	14694.26
2.04	IZAJE, IDENTIFICACIÓN Y SEÑALIZACIÓN DE POSTE DE CAC 13m	u	174.00	210.00	14.00	220.00	18.00	636.00	214.38	79.40	136345.68	50498.40
2.06	CIMENTACION EN TERRENO TIPO I (vegetal-arenoso) CONCRETO 135 Kg/cm2 + ROCA 0.25 m DIAM	m <sup>3</sup>	222.72	268.80	17.92	281.60	23.04	814.08	230.69	85.44	187796.04	69554.09
2.07	CIMENTACION EN TERRENO TIPO I (Rocoso) CONCRETO 135 Kg/cm2 + ROCA 0.25 m DIAM	m <sup>3</sup>	55.68	67.20	4.48	70.40	5.76	203.52	253.75	93.98	51643.91	19127.37
	<b>SUB-TOTAL 2:</b>										<b>619789.38</b>	<b>229551.62</b>
<b>3.00</b>	<b><u>INSTALACION DE RETENIDAS</u></b>											
3.01	EXCAVACIÓN EN TERRENO TIPO I (vegetal-arenoso)	m <sup>3</sup>	186.03	220.53	12.32	241.47	17.25	677.60	54.39	20.14	36854.66	13649.88
3.02	EXCAVACIÓN EN TERRENO TIPO III (Rocoso)	m <sup>3</sup>	46.51	55.13	3.08	60.37	4.31	169.40	214.19	79.33	36282.94	13438.13
3.03	INSTALACION DE RETENIDA INCLINADA	u	151.00	179.00	10.00	196.00	14.00	550.00	84.20	31.18	46307.25	17150.83
3.04	RELLENO Y COMPACTACION DE RETENIDA INCLINADA	m <sup>3</sup>	232.54	275.66	15.40	301.84	21.56	847.00	59.01	21.86	49981.47	18511.66
	<b>SUB-TOTAL 3:</b>										<b>169426.32</b>	<b>62750.49</b>
<b>4.00</b>	<b><u>MONTAJE DE ARMADOS EN LINEA PRIMARIA AEREA</u></b>											
4.01	ARMADO TIPO A-3	JGO	115.00	139.00	10.00	128.00	11.00	403.00	176.21	65.26	71010.62	26300.23
4.02	ARMADO TIPO A-21	JGO	33.00	37.00	2.00	36.00	1.00	109.00	119.79	44.37	13057.11	4835.97
4.03	ARMADO TIPO A-25	JGO	5.00	5.00	0.00	14.00	3.00	27.00	119.79	44.37	3234.33	1197.90
4.04	ARMADO TIPO A-35	JGO	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	5.00	137.76	51.02	688.79	255.11
4.05	ARMADO TIPO A-37	JGO	0.00	1.00	0.00	1.00	1.00	3.00	241.35	89.39	724.05	268.17
4.06	ARMADO TIPO INTERRUPTOR CIERRE AUTOMATICO	JGO	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	3.00	1,200.00	444.44	3600.00	1333.33
4.07	ARMADO TIPO POSTE MEDICION A LA INTEMPERIE	JGO	12.00	16.00	1.00	25.00	1.00	55.00	768.00	284.44	42240.00	15644.44
4.08	ARMADO DE SUBESTACIÓN ELÉCTRICA AEREA MONOPOSTE	U	8.00	12.00	0.00	20.00	0.00	40.00	1,250.00	462.96	50000.00	18518.52
	<b>SUB-TOTAL 4:</b>										<b>184554.90</b>	<b>68353.67</b>

<b>5.00</b>	<b><u>MONTAJE DE CONDUCTORES MT AEREOS</u></b>											
5.01	TENDIDO Y PUESTA EN FLECHA DE CONDUCTOR DE AAAC DE 3-1x120mm <sup>2</sup> , POR TERNA	Km	19.00	22.67	0.00	24.33	0.00	66.00	1,632.42	604.60	107739.72	39903.60
5.02	TENDIDO Y PUESTA EN FLECHA DE CONDUCTOR DE AAAC DE 3-1x35mm <sup>2</sup> , POR TERNA	Km	0.00	0.00	1.33	0.00	1.87	3.20	800.00	296.30	2560.00	948.15
	<b>SUB-TOTAL 5:</b>										<b>110299.72</b>	<b>40851.75</b>
<b>6.00</b>	<b><u>INSTALACIÓN DE CABLE MT SUBTERRANEO</u></b>											
6.01	EXCAVACIÓN DE ZANJA PARA INSTALACIÓN DE CABLE MT SUBTERRANEO	m-l	60.00	60.00	0.00	60.00	0.00	180.00	18.75	6.94	3375.00	1250.00
6.02	TENDIDO Y COLOCACIÓN DE CABLE MT SUBTERRANEO	m-l	80.00	80.00	0.00	80.00	0.00	240.00	12.75	4.72	3060.00	1133.33
6.03	RELLENO Y COMPACTACIÓN PARA ZANJA PARA INSTALACIÓN DE CABLE MT SUBTERRANEO	m-l	60.00	60.00	0.00	60.00	0.00	180.00	14.10	5.22	2538.00	940.00
	<b>SUB-TOTAL 6:</b>										<b>8973.00</b>	<b>3323.33</b>
<b>7.00</b>	<b><u>INSTALACION DE PUESTA A TIERRA</u></b>											
7.01	EXCAVACIÓN EN TERRENO TIPO I (vegetal-arenoso)	m <sup>3</sup>	384.00	468.48	30.72	522.24	38.40	1443.84	68.00	25.18	98173.90	36360.70
7.02	EXCAVACIÓN EN TERRENO TIPO III (Rocoso)	m <sup>3</sup>	96.00	117.12	7.68	130.56	9.60	360.96	95.19	35.26	34360.87	12726.25
7.03	INSTALACION DE PUESTA A TIERRA TIPO PAT-1	u	174.00	210.00	14.00	220.00	18.00	636.00	80.00	29.63	50880.00	18844.44
7.04	INSTALACION DE PUESTA A TIERRA TIPO PAT-2	u	13.00	17.00	1.00	26.00	1.00	58.00	320.00	118.52	18560.00	6874.07
7.05	RELLENO Y COMPACTACIÓN DE PUESTA A TIERRA TIPO PAT-1 CON TIERRA CERNIDA	m <sup>3</sup>	480.00	585.60	38.40	652.80	48.00	1804.80	72.60	26.89	131028.48	48529.07
	<b>SUB-TOTAL 7:</b>										<b>333003.25</b>	<b>123334.54</b>
<b>8.00</b>	<b><u>MONTAJE DE TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCION</u></b>											
8.01	TRANSFORMADOR MONOFASICO DE 7.5 kVA; 13,2/0,23 Kv (uso de RMT)	u	5.00	7.00	0.00	16.00	0.00	28.00	480.00	177.78	13440.00	4977.78
8.02	TRANSFORMADOR MONOFASICO DE 15 kVA; 13,2/0,23 Kv (uso de RMT)	u	3.00	5.00	0.00	4.00	0.00	12.00	600.00	222.22	7200.00	2666.67
	<b>SUB-TOTAL 8:</b>										<b>20640.00</b>	<b>7644.44</b>
<b>9.00</b>	<b><u>MONTAJE DE RECLOCER</u></b>											
9.01	RECONECTADOR AUTOMATICO DE 27 KV, 400A, 150 kv-BIL, 12 kA incluye control,	u	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	3.00	480.00	177.78	1440.00	533.33
	<b>SUB-TOTAL 9:</b>										<b>1440.00</b>	<b>533.33</b>
<b>10.00</b>	<b><u>MONTAJE ELECTROMECAÁNICO - SUBESTACIONES ELÉCTRICAS</u></b>											
10.01	TABLEROS DE DISTRIBUCION S.E. MONOFASICA DE 7.5 kVA; 230 V	u	5.00	7.00	0.00	16.00	0.00	28.00	320.00	118.52	8960.00	3318.52
10.02	TABLEROS DE DISTRIBUCION S.E. MONOFASICA DE 15 kVA; 230 V	u	3.00	5.00	0.00	4.00	0.00	12.00	520.00	192.59	6240.00	2311.11
10.03	MURETE Y CAJA PORTAMEDIDOR DE S.E. MONOFASICA 7.5 Kva y 15 KVA; 230 V	u	9.00	12.00	0.00	21.00	0.00	42.00	320.00	118.52	13440.00	4977.78
	<b>SUB-TOTAL 10:</b>										<b>28640.00</b>	<b>10607.41</b>
<b>11.00</b>	<b><u>PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO</u></b>											
11.01	PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO	km	19.00	22.67	1.33	24.33	1.87	69.20	380.00	140.74	26296.00	9739.26
11.02	EXPEDIENTES TECNICOS FINAL CONFORME A OBRA (1 ORIGINAL + 3 COPIAS), DE LÍNEAS PRIMARIAS, INCLUYE LA PRESENTACION DIGITALIZADA DE TEXTOS Y PLANOS EN CD.	km	19.00	22.67	1.33	24.33	1.87	69.20	1,500.00	555.56	103800.00	38444.44
	<b>SUB-TOTAL 11:</b>										<b>130096.00</b>	<b>48183.70</b>
<b>TOTAL MONTAJE ELECTROMECAÁNICO</b>											<b>1,726,377.83</b>	<b>639,399.20</b>



**IRRIGACION  
OLMOS****ODEBRECHT****SISTEMA DE UTILIZACIÓN EN 22.9 KV PARA TIERRAS  
NUEVAS PROYECTO IRRIGACIÓN OLMOS**

Fecha de trabajo

15/12/2013

Frente de trabajo

RAMAL NORTE

Responsable de frente

Ing. Alfredo Vilchez/ Wilsón Pilco

Mes: Diciembre

**REPORTE DIARIO DE AVANCE DE TRABAJOS**

Item	Partidas	Unidades	15/12/2013	OBSERVACIONES
			Domingo	
1.0	Armados de accesorios de concreto de postes			
1.1	ARMADO PARA PMI	Unid.		
1.2	ARMADO PARA SAM	Unid.		
2.0	Pretendido de Conductor Aéreo MT (Lineal)	Km		
3.0	Tendido y Puesta en Flecha Conductor MT (Terna)	km		
4.0	Excavación en terreno para PAT	Unid.		
5.0	Instalación de Puesta a Tierra			
5.1	Instalacion PAT Horizontal	Unid.		
5.2	Instalacion de PAT Vertical	Unid.		
6.0	Instalación de Seccionador Fusible Unipolar Tipo Expulsión (CUT-OUT) PMI	Unid.		
6.1	Instalación de Seccionador Fusible Unipolar Tipo Expulsión (CUT-OUT) SAM	Unid.		
7.0	Conector de Compresion Tipo Ampac, para conductores 120/120 mm <sup>2</sup>	Unid.		
7.1	Conector de Compresion Tipo Ampac, para conductores 120/90 mm <sup>2</sup>	Unid.		
8.0	Montaje Transformador Monofasico de 7,5 kVA; 22,9 /0,23 Kv (uso de RMT)	Unid.		
9.0	Montaje Transformador Monofasico de 15 kVA; 22,9 /0,23 Kv (uso de RMT)	Unid.		
10.0	Montaje e Instalación de Tablero Monofasico de 7,5 kVA; 230 V	Unid.		
11.0	Montaje e Instalación de Tablero Monofasico de 15 kVA; 230 V	Unid.		

**IRRIGACIÓN  
OLMOS****ODEBRECHT****SISTEMA DE UTILIZACIÓN EN 22.9 KV PARA TIERRAS  
NUEVAS PROYECTO IRRIGACIÓN OLMO**

Fecha de trabajo

09/12/2013

Frente de trabajo

RAMAL SUR

Responsable de frente

Ing. Paul Ugaz / Manuel Aguilar

Mes: Noviembre

**REPORTE DIARIO DE AVANCE DE TRABAJOS**

Item	Partidas	Unidades	09/12/2013		OBSERVACIONES
			Lunes		
1.0	Instalación de Postes				
2.0	Postes 13/300	Unid.			
3.0	Postes 13/400	Unid.			
4.0	Pretendido de Conductor Aereo MT (Lineal)	Km			
5.0	Tendido y Puesta en Flecha Conductor MT (Lineal)	km			
6.0	Excavación en terreno para PAT	Unid.			
7.0	Instalación de Puesta a Tierra				
8.0	Instalacion PAT Horizontal	Unid.			
9.0	Instalacion de PAT Vertical	Unid.			
10.0	Instalación de Secconador Fusible Unipolar Tipo Expulsión (CUT-OUT)	Unid.			
11.0	Conector de Compresion Tipo Ampac, para conductores 120/120 mm2	Unid.			
12.0	Montaje Transformador Monofasico de 7.5 KVA; 13,2/0,23 Kv (uso de RMT)	Unid.			
13.0	Conexionado de Transformador Monofasico de 7.5 KVA; 13,2/0,2	Unid.			
14.0	Montaje Transformador Monofasico de 15 KVA; 13,2/0,23 Kv (uso de RMT)	Unid.			

**PROGRAMACION SEMANAL N° 03**

Item	PARTIDA DE TRABAJO	UNIDAD	26/07/2013	27/07/2013	29/07/2013	30/07/2013	31/07/2013	01/08/2013	02/08/2013	03/08/2013	METRADO	
			Viernes	Sabado	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	PROYECTADO	REALIZADO
1.0	Solado de Postes	Unid.				X	X				75.00	75.00
2.0	Descarga de Postes de Concreto	Unid.				X	X				75.00	75.00
3.0	Traslado de Postes a punto de izaje	Unid.	X					X	X		75.00	65.00
4.0	Descarga de Accesorios de concreto	Unid.	X					X	X		225.00	225.00
5.0	Traslado de Accesorios de concreto	Unid.	X					X	X		225.00	225.00
6.0	Excavación de agujeros para Postes	Unid.	X					X	X		75.00	75.00
7.0	Transporte de Agregados y Rocas para poste	Und	X					X	X		75.00	75.00
8.0	Armados de accesorios de concreto de postes	Unid.	X					X	X		75.00	75.00
9.0	<b>Instalación de Postes de Concreto</b>	<b>Unid.</b>			X	X	X			X	<b>75.00</b>	<b>65.00</b>
10.0	Excavación de agujeros para Retenidas	Unid.			X	X	X			X	15.00	25.00
11.0	<b>Instalación de Retenidas</b>	<b>Unid.</b>			X	X	X			X	<b>15.00</b>	<b>25.00</b>
12.0	<b>Instalacion de Aisladores y Ferreteria</b>	<b>Unid.</b>									<b>0.00</b>	<b>0.00</b>
13.0	Pretendido de Conductor Aereo M.T por Terna	Km									0.50	0.50
14.0	<b>Tendido y Puesta en Flecha Conductor M.T por terna</b>	<b>km</b>									<b>0.50</b>	<b>0.00</b>
15.0	Excavacion en terreno para Puesta a Tierra (PAT)	Unid.									0.00	0.00
16.0	<b>Instalación de Puesta a Tierra PAT-1 / PAT-2</b>	<b>Unid.</b>									<b>0.00</b>	<b>0.00</b>

**LOOKAHEAD: PROGRAMACIÓN SEMANAS Nro. 02, 03, 04 Y 05**

Partidas de Trabajo	SEMANA 2						SEMANA 3						SEMANA 4						SEMANA 5					
	22/07/13 al 25/07/13						26/07/13 al 04/08/13						05/08/13 al 11/08/13						12/08/13 al 18/08/13					
	L	M	X	J	V	S	L	M	X	J	V	S	L	M	X	J	V	S	L	M	X	J	V	S
Solado de Postes				X			X	X				X				X				X				X
Descarga de Postes				X			X	X				X				X				X				X
Traslado de Postes a punto de izaje	X	X			X				X	X			X	X			X	X			X	X		
Descarga de Accesorios de Concreto	X	X			X				X	X			X	X			X	X			X	X		
Traslado de Accesorios de Concreto	X	X			X				X	X			X	X			X	X			X	X		
Excavación de agujeros para Postes	X	X			X				X	X			X	X			X	X			X	X		
Transporte de Agregados y Rocas para poste	X	X			X				X	X			X	X			X	X			X	X		
Armados de accesorios de concreto de postes	X	X			X				X	X			X	X			X	X			X	X		
<b>Instalación de Postes de Concreto</b>			X	X			X	X			X	X			X	X			X	X			X	X
Excavación de agujeros para Retenidas			X	X			X	X			X	X			X	X			X	X			X	X
<b>Instalación de Retenidas</b>			X	X			X	X			X	X			X	X			X	X			X	X
<b>Instalación de Aisladores y Ferreteria</b>																								
Pretendido de Conductor Áereo M.T por Terna																								
<b>Tendido y Puesta en Flecha Conductor M.T,por terna</b>																								
Excavacion en terreno para Puesta a Tierra (PAT)																								
<b>Instalación de Puesta a Tierra PAT-1 y PAT-2</b>																								



**PORCENTAJE DE PLANIFICACIÓN CUMPLIDA SEMANA Nro. 2**

ITEM	PARTIDAS	Previsto Semanal Total	Realizado Semanal Total	Cumplimiento	% De cumplimiento Last Planner	% Cumplimento
1.0	Solado de Postes	25.00	25.00	SI	100%	100%
2.0	Descarga de Postes	25.00	25.00	SI	100%	100%
3.0	Traslado de Postes a punto de izaje	25.00	25.00	SI	100%	100%
4.0	Descarga de Accesorios	75.00	75.00	SI	100%	100%
5.0	Traslado de Accesorios	75.00	75.00	SI	100%	100%
6.0	Excavación de agujeros para Postes	25.00	25.00	SI	100%	100%
7.0	Transporte de Agregados y Rocas para poste	25.00	25.00	SI	100%	100%
8.0	Armados de accesorios de concreto de postes	25.00	25.00	SI	100%	100%
9.0	<b>Instalación de Postes</b>	<b>25.00</b>	<b>25.00</b>	SI	100%	100%
10.0	Excavación de agujeros para Retenidas	0.00	0.00	-	0%	0%
11.0	<b>Instalación de retenida inclinada</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	-	0%	0%
12.0	<b>Instalación de Aisladores</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	-	0%	0%
13.0	Pretendido de Conductor Aereo MT POR Tema	12.00	10.00	NO	0%	83%
14.0	<b>Tendido y Puesta en Flecha Conductor MT,terna</b>	<b>12.00</b>	<b>10.00</b>	NO	0%	83%
15.0	Excavacion en terreno para PAT	0.00	0.00	-	0%	0%
16.0	<b>Instalación de Puesta a Tierra PAT-1 / PAT-2</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	-	0%	0%

Total de Tareas	11.00
-----------------	-------

Tareas Realizadas	9.00	82%
Tareas Pendientes	2.00	18%

