

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



**RED INALÁMBRICA DE RESPALDO EN LA PLANTA DE
GAS DE CAMISEA**

INFORME DE SUFICIENCIA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO ELECTRÓNICO

PRESENTADO POR:

MIGUEL ANGEL ALVARADO YAULILAHUA

PROMOCIÓN

2006 - II

**LIMA – PERÚ
2011**

RED INALÁMBRICA DE RESPALDO EN LA PLANTA DE GAS DE CAMISEA

DEDICATORIA

A mi madre Dina, que con su ejemplo

De esfuerzo y perseverancia

Me supo dar ese empuje de madre

Que hicieron que me esfuerce para

Ser un hombre de bien.

A mi esposa Maribel, su constante apoyo y estímulo,

Trajo orden a mi vida,

Permitiendo así que crezca profesionalmente.

A mi hijo Sebastián, que con su dulzura y su sonrisa

Bastaron para que me dieran las fuerzas necesarias

Para concluir este gran paso en mi vida.

Sinceramente muchas gracias a ustedes.

SUMARIO

La Empresa PLUSPETROL se dedica a la extracción de Gas en la Selva Peruana (Cuzco), posee varios pozos de producción alrededor de un campamento principal llamado “Malvinas”, estos pozos están alejados un promedio de 40 Km. de distancia de dicho campamento.

El control de los pozos de producción se realiza a través de una red de Fibra Óptica, que se ha tendido a lo largo de la tubería que transporta el gas y que llega al campamento Malvinas. La administración de estos pozos es a través de un software llamado “Delta V”, que es monitoreada por los panelistas desde una Sala de Control ubicada en el campamento Malvinas. Adicionalmente, esta fibra transmite también voz, data.

El problema surge en épocas de invierno, las constantes lluvias torrenciales que caen por la Selva, hacen que haya deslizamientos de tierra y derrumbes en los cerros, ocasionando rupturas de Fibra Óptica, por consiguiente incomunicando los pozos de producción con la Sala de Control en Malvinas.

Se implementarán enlaces inalámbricos en cada locación, con equipos de alta resistencia a las temperaturas de la zona (calor y lluvia) y alta confiabilidad de transporte de datos. Estos equipos se instalarán en las torres de comunicaciones estratégicamente ubicadas en las partes mas elevadas de la zona.

Dichos enlaces inalámbricos estarán conectados a la red Corporativa de la Empresa, con el propósito de trabajar automáticamente en caso que la fibra óptica sufra alguna ruptura.

INDICE

CAPITULO I	
PLANTEAMIENTO DE INGENIERIA DEL PROBLEMA.....	2
1.1 Descripción del problema.....	2
1.2 Objetivos del trabajo.....	2
1.3 Evaluación del problema.....	2
1.4 Limitaciones del trabajo.....	3
1.5 Síntesis del trabajo.....	5
CAPITULO II	
MARCO TEORICO CONCEPTUAL.....	6
2.1 Antecedentes del problema.....	6
2.2 Bases teóricas.....	6
2.2.1 Motorola PTP 58600.....	6
2.2.2 Link Estimator.....	19
2.2.3 Paneles Solares.....	20
2.2.4 Controladores Steca Tarom.....	24
2.2.5 Pararrayos Trazor.....	26
2.2.6 Sistemas de Pozos de Tierra.....	26
2.2.7 Torres de Telecomunicaciones.....	36
2.3 Definición de Términos.....	39
CAPITULO III	
METODOLOGIA PARA LA SOLUCION DEL PROBLEMA.....	46
3.1 Alternativas de solución.....	46
3.1.1 Nuevo tendido de Fibra Óptica.....	46
3.1.2 Alquiler de un enlace Satelital.....	46
3.1.3 Enlace Inalámbrico.....	47
3.2 Solución del problema.....	47
3.2.1 Enlace Inalámbrico punto a punto.....	51
3.2.1.a) Etapa de Estudio de Gabinete.....	51
3.2.1.b) Etapa de Estudio de Campo.....	56
3.2.1.c) Etapa de Implementación de Infraestructura.....	56
3.2.1.d) Etapa de Implementación del Radio Enlace.....	60
3.2.1.e) Etapa pruebas.....	61

3.2.1.f) Etapa de interconexión con la red corporativa.....	65
3.2.1.g) Entrega del servicio.....	65
3.3 Recursos humanos y equipamiento.....	66
3.3.1 Recursos Humanos.....	66
3.3.2 Equipamiento.....	66
CAPITULO IV	
ANALISIS Y PRESENTACION DE RESULTADOS.....	67
4.1 Análisis descriptivo (y estadístico, si procede) de la información relativa a las variables de estudio.....	67
4.2 Análisis teórico de los datos y resultados obtenidos en relación con las bases teóricas de la investigación (reajuste de modelos interpretativos, si fuesen necesarios).....	67
4.3 Análisis de la asociación de variables y resumen de las apreciaciones relevantes que produce (causas y efectos).....	67
4.4 Presupuesto y tiempo de ejecución.....	67
4.4.1 Sistema de Energía.....	67
4.4.2 Sistema de Pozos de Tierra.....	68
4.4.3 Torre de Comunicación.....	68
4.4.4 Radio enlace Motorola PTP 600.....	68
4.4.5 Tendido de fibra óptica.....	68
4.4.6 Costo total de todo el proyecto.....	68
4.4.7 Tiempo de ejecución.....	68
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	70
ANEXOS.....	71
ANEXO A:.....	71
Herramienta Google Earth.....	71
ANEXO B:.....	72
Herramienta Link Estimator.....	72
ANEXO C:.....	73
Plano de la red de fibra óptica actual.....	73
Plano del nuevo tendido de fibra óptica.....	73
Plano de la red VSAT.....	73
Plano de la red inalámbrica.....	73
BIBLIOGRAFIA.....	75

PRÓLOGO

El principal motivo por la cual se realizó este trabajo, es el peligro que representa la pérdida de control de los pozos de producción de gas en lugares remotos. Este control es lógico, es decir se monitorea con un software llamado DeltaV, a través de una red de fibra óptica que une los pozos remotos con la Sala de Control, desde aquí se abren y cierran las válvulas según los parámetros de presión y temperatura registradas a la salida de los pozos.

Por este motivo, se planteó diseñar una red de backup para evitar la pérdida de control de los pozos de producción, en este informe se presentan 3 alternativas de solución de las cuales se elige el más favorable por el costo y velocidad de transmisión.

Aquí se detalla el estudio de gabinete, donde se plantea que se requiere para realizar este trabajo, infraestructura y equipamiento, así como un sistema de protección de descargas eléctricas (pozos a tierra, pararrayos).

CAPITULO I PLANTEAMIENTO DE INGENIERIA DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del problema

La Empresa Pluspetrol actualmente se dedica a la extracción de Gas en la Selva Peruana (Cuzco), posee 5 pozos de producción alrededor de un campamento principal llamado “Malvinas”, estos pozos están alejados un promedio de 40 Km. de distancia de dicho campamento.

El control de la producción del gas en los pozos se realiza a través de una red de Fibra Óptica, que se ha tendido a lo largo de la tubería que transporta el gas y que llega al campamento Malvinas. La administración y control de la producción es a través de un software llamado “Delta V”, que es monitoreada por los panelistas desde una Sala de Control ubicada en el campamento Malvinas.

Adicionalmente, por esta red de fibra óptica se transmite también voz y data de la red corporativa.

El problema surge en épocas de invierno, las constantes lluvias torrenciales que caen por la Selva, hacen que haya deslizamientos de tierra y derrumbes en los cerros, ocasionando rupturas en la red de fibra óptica, por consiguiente incomunicando los pozos de producción con la Sala de Control en Malvinas.

1.2 Objetivos del trabajo

Los objetivos son los siguientes:

- a.- Evitar perder el control de los pozos de producción en las locaciones remotas.
- b.- Evitar perder la comunicación (voz y datos) con el personal que labora en las locaciones remotas.

1.3 Evaluación del problema

Las lluvias torrenciales que caen en la Selva peruana, en especial los meses de invierno, producen deslizamientos de tierra y derrumbes en los cerros, produciendo rupturas de Fibra Óptica que dejan incomunicados los pozos de producción con la Sala de Control en Malvinas.

La reparación de esta fibra puede demorar varios días dependiendo de los siguientes factores principales:

- a.- Lejanía de la ruptura: Para lugares lejanos se tiene que trasladar en Helicóptero, para que nos pueda dejar en el helipuerto más cercano al punto de ruptura, teniendo en cuenta las condiciones atmosféricas desfavorables (lluvia torrencial) el helicóptero no opera.

b.- Geografía de la zona: En estas épocas el terreno es peligroso, resbaloso con varios precipicios en el camino, por tal motivo el personal tiene que llegar a paso lento, asegurando integridad de los equipos, de los materiales y sobre todo la suya misma.

c.- Condiciones del tiempo: Las lluvias torrenciales impiden el traslado normal del personal al punto de ruptura (viaje por helicóptero), no se puede realizar el trabajo de fusión mientras no cese la lluvia (la lluvia puede durar todo un día sin parar).

Tomando en cuenta estos factores, los Pozos de Producción quedan incomunicados por varios días, situación que no debe darse, por ser de alto riesgo para las personas cercanas a los pozos de producción sin control; desde la Sala de Control en Malvinas no se tiene lectura de datos, como flujo de producción, presión y temperatura de las bombas, etc. que podría traer consecuencias fatales.

Otra situación de riesgo es que el personal queda incomunicado (sin servicios de voz y datos), ya que ante alguna eventualidad de peligro no tienen como reportarse, ni pedir ayuda (ej. accidente de trabajo, picaduras de animales salvajes, etc.).

Esta situación ha obligado a que el personal viaje diariamente (ida y vuelta) a los pozos de producción con el fin de controlar el flujo de producción ante algún corte de comunicación que impida el control de pozos.

Este traslado de personal a los pozos origina gastos a la Empresa tales como:

a.- Viajes por Helicóptero: Estos viajes diarios de personal a las locaciones remotas, implican un gasto operativo adicional, ya que se tiene que alquilar helicópteros para su traslado.

b.- Consumo de combustible: Debido al transporte por helicóptero, se requiere de más combustible para los vuelos, además para los grupos electrógenos que hay en cada pozo.

c.- Construcción de campamentos: Debido a que el personal se puede quedar en los pozos de producción debido al mal estado del tiempo, se necesita construir campamentos para su estadía.

d.- Recursos Humanos: Se necesita personal adicional para el viaje a los pozos, así como personal de limpieza y mantenimiento de los campamentos creados en cada locación.

1.4 Limitaciones del trabajo

La Planta de Gas de Camisea, está ubicada en la Selva, por lo tanto las limitaciones del presente trabajo son mas por tema de geografía y condiciones ambientales:

a.- El estudio de campo, ubicar los puntos más altos en cada locación (Pozos de Producción): La espesura de la Selva y lo agreste de la zona (barro, acantilados, etc.), dificultó los trabajos de toma de datos de coordenadas y altura (GPS).

b.- Peligro de ataques de animales salvajes: El acceso a los puntos más altos, van de la mano con posibles picaduras de culebras, tarántulas, insectos (UTA), ataque de otorongos, etc. Ver figura 1.1.

c.- Debido a que las zonas altas (cerros) están en un área ajena a la Empresa, otras limitaciones son las negociaciones con las Comunidades Nativas de la zona:



Fig.1.1 Peligros en la Selva

Fuente: Fotografía propia de la Empresa



Fig.1.2 Conversaciones entre la Empresa Pluspetrol y las Comunidades Nativas.

Fuente: Fotografía propia de la Empresa

- Pedir permiso a las Comunidades Nativas para poder talar árboles: con el fin de limpiar un área suficiente para colocar nuestra torre de comunicaciones. Ver figura 1.2.
- Coordinar con al Área de Construcciones, Área de Arqueología y Área de Comunidades Nativas: con el propósito que la ubicación de la torre no interfiera con el trabajo futuro de dichas áreas.

1.5 Síntesis del trabajo

Se implementa 1 enlace inalámbrico (4 en total) punto a punto en cada locación (5 pozos), con equipos de alta resistencia a las temperaturas de la zona (calor y lluvia) y alta confiabilidad de transporte de datos. Estos equipos se instalarán en las torres de comunicaciones estratégicamente ubicadas en las partes mas elevadas de la zona. Dichos enlaces inalámbricos estarán conectados a la red Corporativa de la Empresa y la red industrial del Delta V, con el propósito de trabajar automáticamente en caso que la fibra óptica sufra alguna ruptura.

CAPITULO II MARCO TEORICO CONCEPTUAL

2.1. Antecedentes del problema

PLUSPETROL es una de las empresas privadas latinoamericanas de mayor desarrollo de las últimas décadas. Con sus primeras operaciones en Argentina, es el mayor productor de petróleo y gas del Perú. Respetando el medio ambiente, la cultura local y el patrimonio arqueológico de cada operación.

Actualmente se dedica a la extracción de Gas en la Selva Peruana (Cuzco), posee 5 pozos alrededor de un campamento principal, estos pozos están alejados un promedio de 30 Km. de distancia de dicho campamento.

El control de estos pozos se realiza a través de una red de Fibra Óptica, que se ha tendido a lo largo de la tubería que transporta el gas y que llega al campamento principal. La administración de estos pozos es a través de un software llamado “Delta V”, que es monitoreada desde una sala de control ubicada en el campamento principal.

Adicionalmente, por esta fibra también se transmite voz (pbx, voip) y data (correo electrónico, archivo en red) de la red corporativa.

Las constantes rupturas de fibra óptica debido a las lluvias torrenciales que caen por la zona, han motivado a que se implemente una red inalámbrica de backup, para que no se pierda el control sobre los pozos, ni la comunicación entre las locaciones remotas.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Equipo inalámbrico Tx/Rx Motorola PTP (point to point) 58600

Descripción del producto

Este capítulo proporciona una descripción de alto nivel de la serie PTP 600. En él se describe en términos generales la función del producto, las variantes principales y típicas de implementación. También describe los componentes de hardware principales.

Información general

Los productos de la serie Motorola PTP 600 han sido diseñados para redes Ethernet, para pasar por enlaces de microondas punto a punto en las bandas con licencia de 2,5 GHz, 4.5 GHz, 4.8 GHz y 4.9 GHz, y en las bandas sin licencia 5,4 GHz (ETSI Banda B), 5,8 GHz (ETSI de banda C y banda ISM FCC) y 5.9 GHz. Los usuarios deben asegurarse de que la Serie PTP 600 cumple con la normativa local.

La Serie PTP 600 actúa como un puente transparente entre dos segmentos de la red. En este sentido, puede ser tratada como una conexión virtual con conexión de cable entre dos puntos. La Serie PTP 600 reenvía los paquetes de Ethernet 802.3 destinados a la otra parte de la red. El sistema es transparente para los sistemas de gestión de nivel superior, tales como VLAN y Spanning Tree.

Principales características

Las características principales de la Serie PTP 600 incluyen:

- La operación NLOS (True non-line-of-sight) mediante el uso de una combinación de modulación OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) y las técnicas de MIMO (Multiple-Input Multiple-Output).
- Conexiones inalámbricas de hasta 200 Km. (124 millas) en condiciones de la línea de vista y hasta 10 km (6 millas) de profundidad sin las condiciones de visibilidad.
- Convivencia con otros usuarios de la banda usando una combinación de control de poder de transmisión, la funcionalidad de gestión del espectro y la forma del haz de antena.
- Alta disponibilidad del enlace, a través de la utilización de técnicas de modulación adaptativa que reducen dinámicamente la velocidad de datos en condiciones difíciles o adversas.
- Alta ganancia del sistema a través de antenas de alta sensibilidad para la recuperación mejorada de la señal.
- Un sistema de radio que funciona con procesadores de señal digital ultra-rápido, pero es controlado por el firmware actualizable.
- La integración del servidor web para las capacidades de gestión avanzadas, incluyendo diagnóstico detallado de la señal de radio.
- Una gama de características de seguridad para prevenir el acceso no autorizado a los datos. Por el aire, la seguridad se consigue a través de un mecanismo de codificación de propiedad que no puede ser deshabilitado o espiado por las herramientas comerciales.

Beneficio de las bandas elegidas

La amplia banda de espectro disponible se divide en varios canales de manera que múltiples sistemas pueden operar en las inmediaciones sin causar interferencias entre sí. Ver figura 2.1.

Similitud con los dispositivos 802.11a

Los productos de la Serie PTP 600 no son los dispositivos 802.11a. Aunque utilizan la codificación y sistemas de transmisión de radio de 802.11a. En las áreas donde los sistemas están operando 802.11a, la Serie PTP 600 detectará las señales de radio 802.11a y elegirá un canal libre de cualquier interferencia.

Evitando la interferencia de los dispositivos cercanos

En la inicialización, la Serie PTP 600 monitorea de los canales de frecuencia disponibles

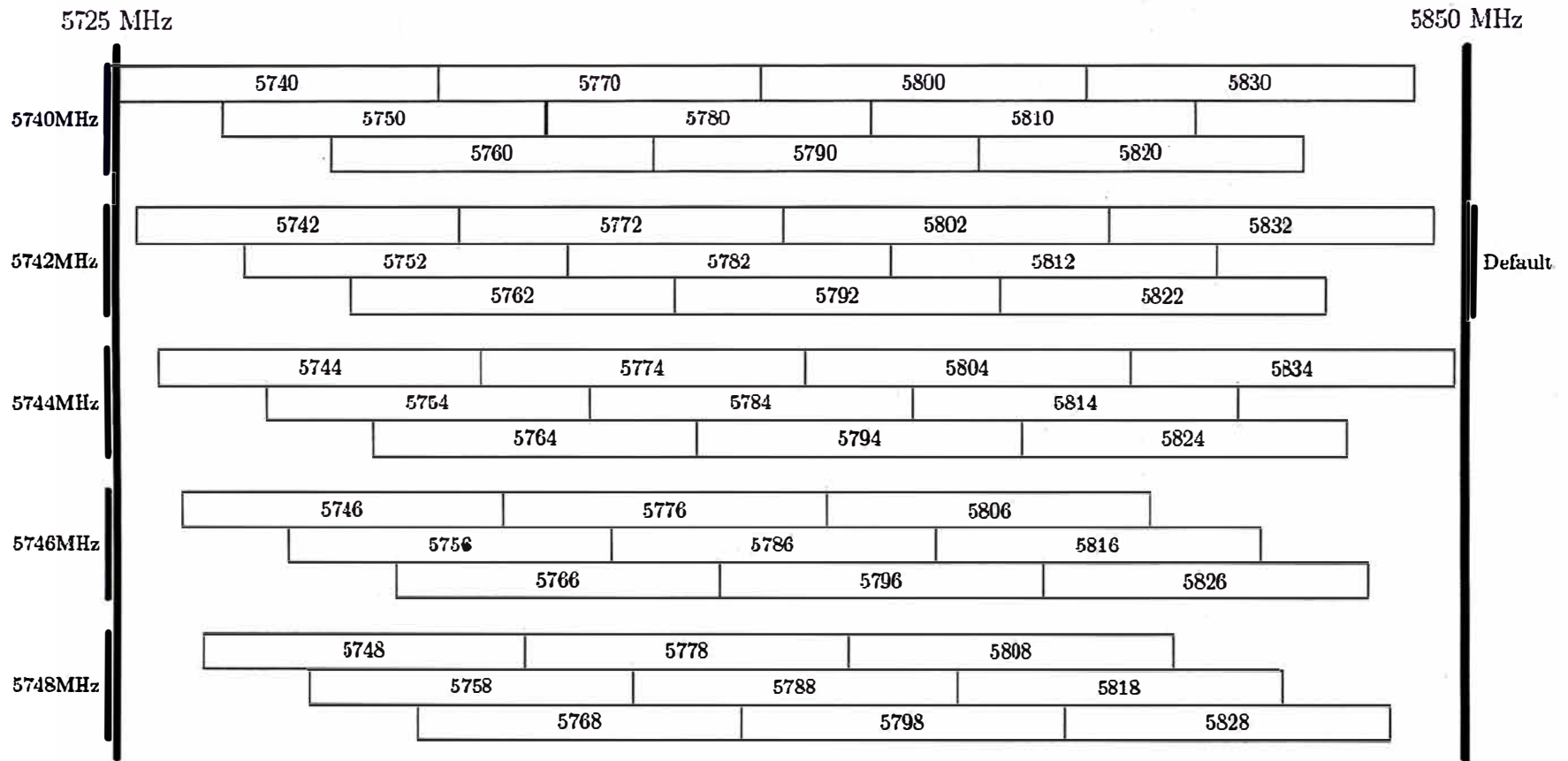


Fig.2.1 Espectro de ancho de bandas disponible
 Fuente: Manual del producto Motorola PTP 58600

Evitando la interferencia de los dispositivos cercanos

En la inicialización, la Serie PTP 600 monitorea de los canales de frecuencia disponibles para encontrar un canal que esté libre de interferencias. En funcionamiento, la Serie PTP 600 monitorea continuamente el espectro para asegurarse de que está funcionando en el canal limpio.

Implementación Típica

La Serie PTP 600 consta de un par idéntico de unidades desplegadas uno en cada extremo del enlace. El enlace de radio opera sobre un canal de frecuencia única en cada dirección usando TDD (Time Division Duplex, canales separados por el tiempo). Una unidad se despliega como un maestro y el otro como esclavo. La unidad principal tiene la responsabilidad de control de la relación en ambas direcciones.

La Serie PTP 600 está dirigida a una amplia gama de aplicaciones. Un ejemplo de aplicación es una empresa que tiene la obligación de conectar entre sí la red de área local (LAN) de dos o más edificios, como se muestra en la figura 2.2.

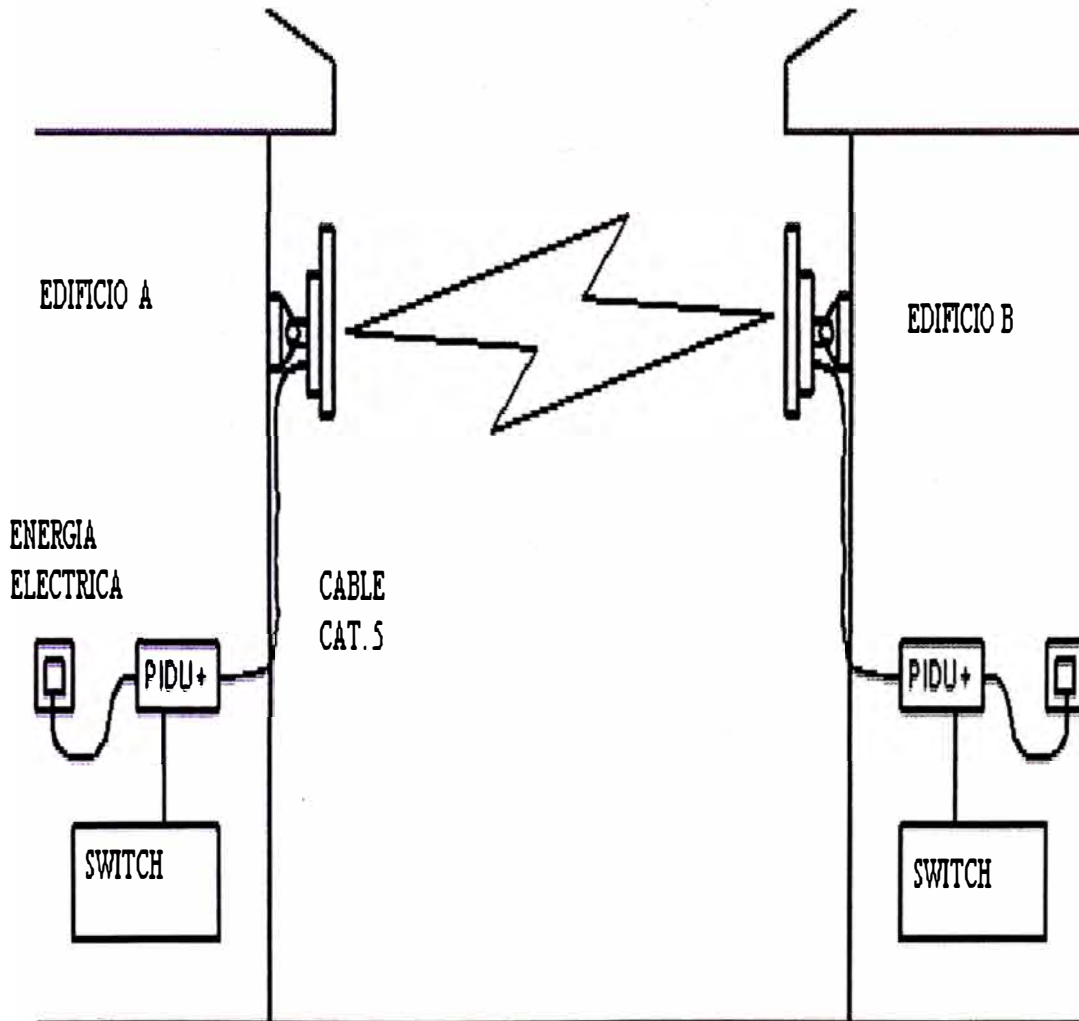


Fig.2.2 Típico despliegue de Puente Motorola Serie 600

Fuente: Manual del producto Motorola PTP 58600

Variantes de Frecuencia

La Serie PTP 600 se ha desarrollado para operar dentro de las bandas de frecuencias exentas de licencia, así como la licencia de 2,5 GHz. Las variantes de frecuencia se muestran en la tabla N° 2.1.

Tabla N° 2.1 Variantes de frecuencia de la Serie PTP 600

Fuente: Manual del producto Motorola PTP 58600

VARIANTE	REGION	FRECUENCIA DE COBERTURA	ANCHO DE BANDA DE CANAL VARIABLE	CANAL DE TRAMA
PTP 25600	FCC BRS-EBS Post-Transition Band	2496-2568 MHz	5, 10, 15, 30 MHz	5.5 MHz
		2572-2614 MHz	5, 10, 15, 30 MHz	6 MHz
		2618-2690 MHz	5, 10, 15, 30 MHz	5.5 MHz
PTP 45600	US Federal	4404-4596 MHz	5, 10, 15, 20 MHz	6 MHz
		4404-4596 MHz	30 MHz	10 MHz
	NTIA	4400-4600 MHz	10, 20 MHz	6 MHz
PTP 48600	US Federal	4710-4940 MHz	5, 10, 15, 20, MHz	5 MHz
	US Federal Extended	4710-5000 MHz	5, 10, 15, 20, MHz	5 MHz
	NTIA	4700-4940 MHz	10, 20 MHz	5 MHz
PTP 49600	USA/Canada Public Safety	4940-4990 MHz	5, 10, 20 MHz	5 MHz
	Hong Kong Public Safety	4900-4950 MHz	5, 10, 20 MHz	5 MHz
PTP 54600	ETSI 5 GHz Band B	5470-5725 MHz	5, 10, 15 MHz	6 MHz
	FCC UNII Band	5470-5725 MHz	30 MHz	10 MHz
PTP 58600	ETSI 5 GHz Band C	5725-5850 MHz	5, 10, 15 MHz	6 MHz
	FCC ISM Band	5725-5850 MHz	30 MHz	10 MHz
PTP 59600	Russia	5825-5925 MHz	5, 10, 15 MHz	6 MHz
			30 MHz	10 MHz
	India	5875-5925 MHz	5, 10, 15 MHz	6 MHz
			30 MHz	10 MHz

NOTA

La unidad externa del PTP 600 (ODU) puede ser integrado (con antena propia) o conectorizado (con una antena aparte).

Componentes del sistema

Cada extremo del enlace consiste de:

- La unidad externa (ODU): Una unidad transceiver externo integrada (o conectorizado) que contiene toda la electrónica de radio y redes.
- PIDU Plus: Una caja de conexión interior con una fuente de alimentación, indicadores de estado y puertos de conexión de red. Ver figura 2.3.

PTP y protección contra rayos

El PIDU Plus cumple con las especificaciones de bajo nivel de descargas estáticas identificados en cumplimiento Europea inmunidad EMC, pero no prevé la supresión de rayos o picos.

La cantidad de protección contra la luz depende de los requisitos reglamentarios y los requisitos del usuario final. La ODU estándar para la Serie PTP 600 está equipada con circuitos de limitación de sobretensiones y otras características para reducir al mínimo el riesgo de daños debidos a rayos. Para ser plenamente eficaz, estas características estándar requiere un poco de equipo adicional que se configura como parte de la instalación del sistema.

Un supresor de sobretensión de Ethernet por separado debe ser utilizado y puesto a tierra adecuadamente. Supresores de sobretensiones adecuado puede obtenerse de su equipo Motorola punto a punto del distribuidor o proveedor de soluciones.

PRECAUCIÓN

Motorola recomienda el uso de cable blindado y unidades de protección contra rayos para proteger los equipos conectados a caer cerca.

La Serie PTP 600 no está diseñado para sobrevivir a ataques directos rayo. Por esta razón, la unidad no debe ser instalada como el punto más alto en un área localizada, a menos que se tomen precauciones especiales.

La unidad exterior (ODU)

La ODU es una unidad que aloja tanto a la radio como a la electrónica de redes. La ODU es suministrada en dos configuraciones: integrado (conectado a la antena) y conectorizado (sin antena).

ODU integrada

El integrado de la Serie PTP 600 ODU se suministra con su propia antena de placa plana. Ver figura 2.3.

ODU conectorizado

El conectorizado del ODU Serie PTP 600 está diseñado para proporcionar el integrador e instalador del sistemas con la habilidad de proveer capacidad extra para hacer frente con los enlaces de radio difíciles comparados al modelo integrado de la serie PTP 600. La variante permite el uso de una variedad de antenas montado en el exterior, ya sea de la placa plana o plato, que tienen mayores ganancias que las previstas por la antena integrada que se utiliza normalmente. Ver figura 2.4.



Fig.2.3 Serie PTP 600, ODU integrado (vista frontal y trasera)

Fuente: Manual del producto Motorola PTP 58600

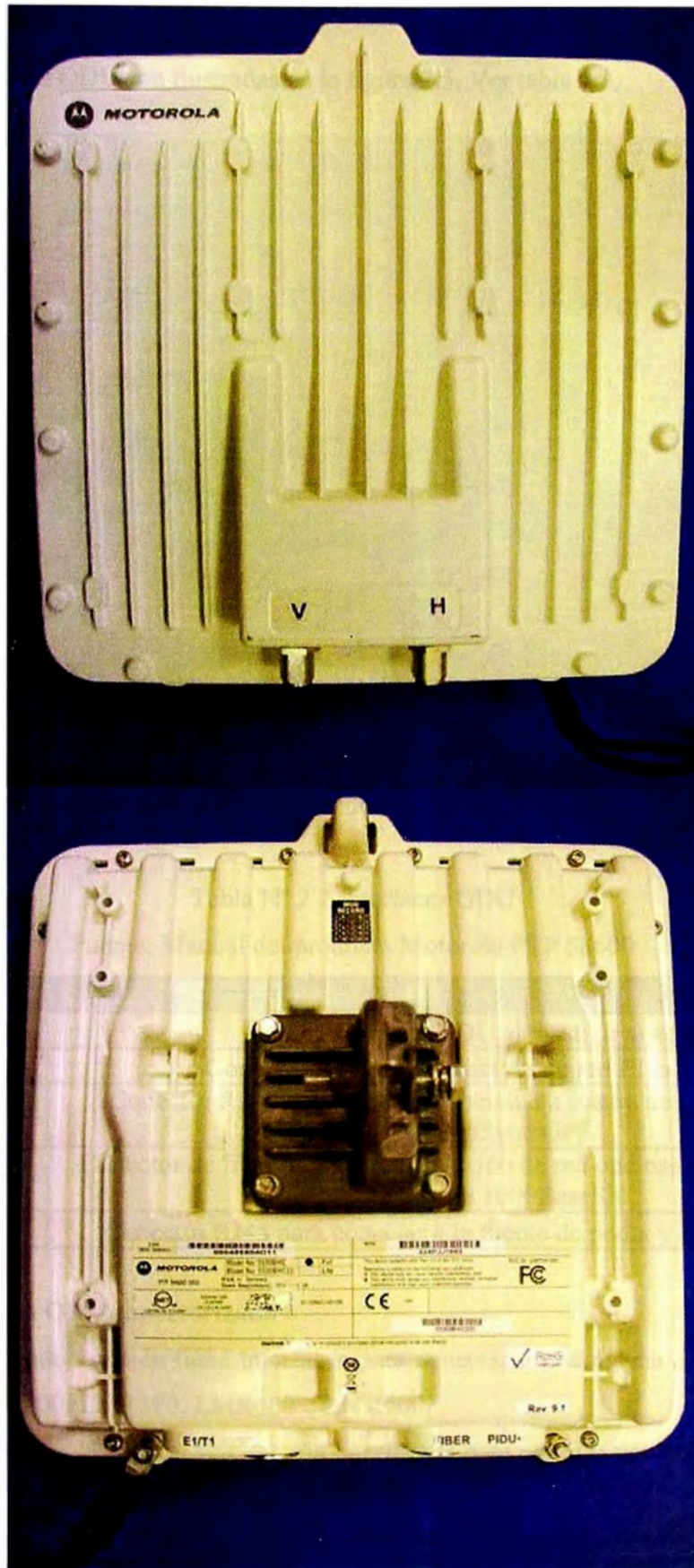


Fig.2.4 Serie PTP 600, ODU conectorizado (vista frontal y trasera)

Fuente: Manual del producto Motorola PTP 58600

ODU interfaces

Las interfaces ODU son ilustradas en la figura 2.5. Ver tabla 2.2.



Fig.2.5 Interfaces ODU

Fuente: Manual del producto Motorola PTP 58600

Tabla N° 2.2 Interfaces ODU

Fuente: Manual del producto Motorola PTP 58600

INTERFACE	FUNCIÓN
Tierra	Para aterrar el ODU al mastil o al edificio.
E1/T1	Conector RJ45 para conexión de red E1 o T1 opcional
SYNC	Conector RJ45 para conexión opcional a fuente de referencia de tiempo UltraSync GPS
FIBER	Conector de fibra óptica para conexión de red opcional usando cable de fibra óptica a 1000BaseSX
PIDU+	Conector RJ45 para conectar a la fuente de poder y red vía el PIDU Plus

Interfaces de antena ODU conectorizado

EL ODU conectorizado también tiene interfaces para conectar a una antena externa via un cable tipo LMR100, LMR200, LMR300, LMR400 o LMR600.

La interface V es para polarización vertical y la interface H para polarización horizontal. Ver figura 2.6.

Soportes de montaje

La ODU se suministra con un soporte para el montaje a un poste de 50 mm (2 ") a 75mm (3") de diámetro. El soporte permite un ajuste tanto en azimut y elevación. El soporte puede ser dividido para permitir el montaje del poste de la sección de soporte para montarlo en el primer poste. Esto

permite que el programa de instalación para soportar el peso de la unidad, con una sola mano, con un solo tornillo de montaje

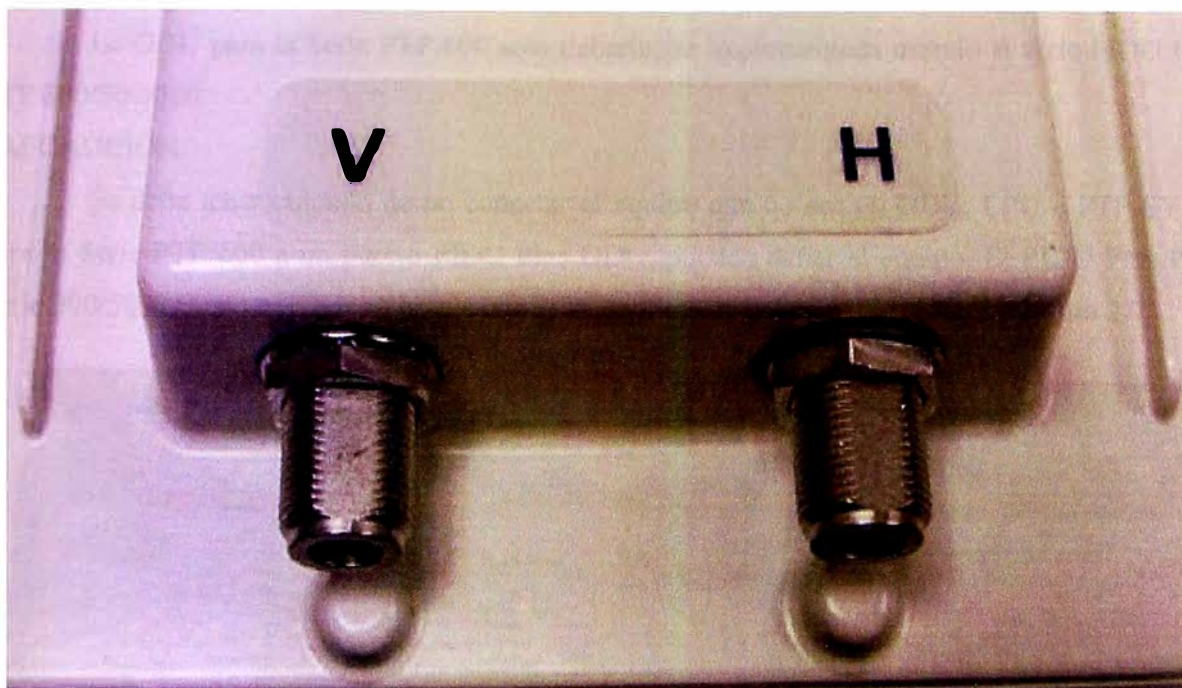


Fig.2.6 Interfaces de antena de ODU conectorizado

Fuente: Manual del producto Motorola PTP 58600

- El Plus PIDU puede ser escritorio o montado en la pared. La preferencia es montado sobre la pared, con los cables vestidos a un canal de cable. El montaje en la pared se realiza atornillando a través de las orejetas de montaje a ambos lados de la unidad. Recuerde dejar espacio para el acceso al botón de recuperación.

Conexión de red

La conexión de red a una Serie PTP 600 se realiza a través de una conexión Ethernet 1000BaseT. La energía es proporcionada a la ODU través de la conexión Ethernet 1000BaseT, es decir por el mismo cable utp se envía los 12 voltios requeridos para el funcionamiento de la ODU.

Conexión de fibra óptica

Por otra parte, la conexión de red a una Serie PTP 600 se puede hacer utilizando un cable de fibra óptica 1000BaseSX conectado directamente a la ODU. En este caso, la energía sigue siendo prestados a través de la conexión Ethernet 1000BaseT. En el caso de fallo del cable de fibra óptica de la Serie PTP 600 automáticamente caerá de nuevo a la conexión Ethernet de cobre (siempre y cuando la longitud del cable ≤ 100 [330 pies]).

Unidad de interiores alimentada (PIDU Plus)

El PIDU Plus para la serie PTP 300/500/600 genera la tensión de alimentación ODU de la red eléctrica (o de una fuente externa de DC) y se inyecta esta tensión de alimentación a la

conexión Ethernet 1000BaseT de la ODU. El PIDU Plus se conecta a la ODU y equipos de red utilizando un cable CAT5 estándar con conectores RJ45.

La ODU para la Serie PTP 600 sólo debería ser implementada usando la serie PIDU Plus PTP 300/500/600.

PRECAUCIÓN

Se debe tener cuidado de no conectar el equipo que no sea un ODU, LPU o PTP-SYNC para la Serie PTP 600 a un puerto PIDU Plus ODU, pueden dañar el equipo. El PIDU Plus PTP Serie 300/500/600 no es intercambiable con el PIDU Plus de la Serie PTP 400. Ver figura 2.7.

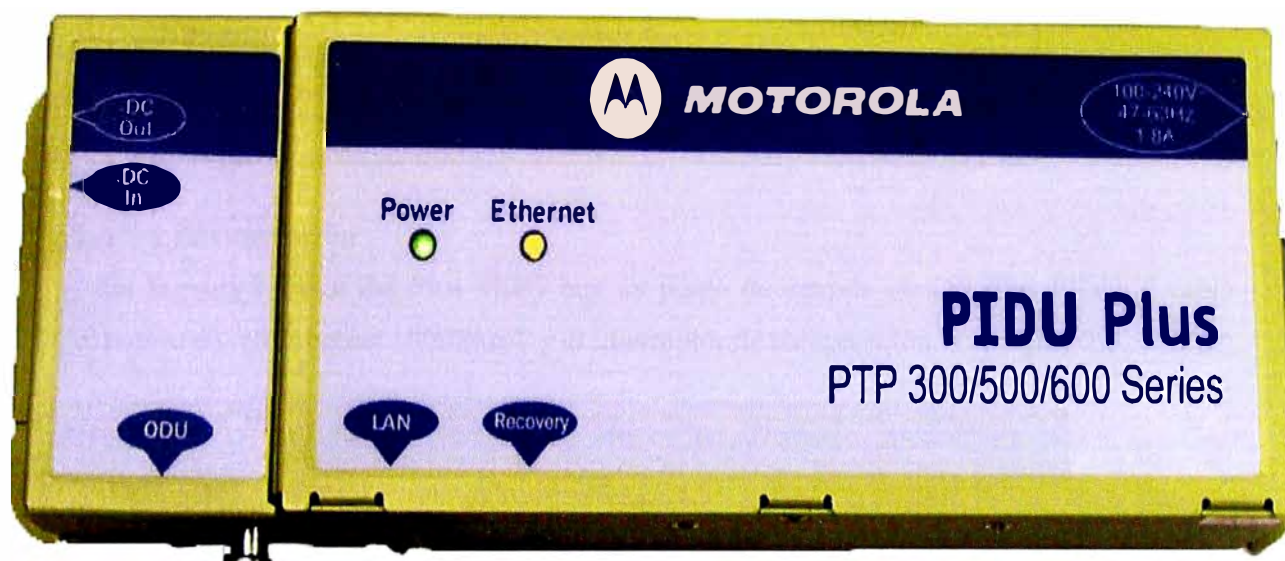


Fig.2.7 Interfaces PIDU

Fuente: Manual del producto Motorola PTP 58600

Tabla N° 2.3 Interfaces PIDU Plus

Fuente: Manual del producto Motorola PTP 58600

INTERFACES	FUNCIÓN
100-240V 47-63Hz 1.8A	Entrada de energía eléctrica
DC In	Entrada de energía eléctrica DC alternativo
DC Out	Salida de energía eléctrica DC para un segundo PIDU. Usado para dar energía redundante
ODU	Conexión RJ45 para conectar cable CAT5e al ODU
LAN	Conexión RJ45 para conectar cable CAT5e a la red
Recovery	Usado para recuperar la unidad desde un error de configuración o una imagen de software dañado

LEDs de Power y Ethernet

El panel frontal contiene indicadores que muestran el estado de las conexiones de alimentación y Ethernet:

- El indicador de encendido se ilumina cuando el Plus PIDU está recibiendo energía eléctrica.
- El indicador de Ethernet normalmente se ilumina cuando el enlace Ethernet está trabajando, parpadea cuando hay actividad Ethernet. Al encender el LED parpadea 10 veces para indicar que una correcta secuencia de arranque se ha producido. Ver tabla 2.4.

Tabla N° 2.4 LEDs indicador de PIDU Plus

Fuente: Manual del producto Motorola PTP 58600

INDICADOR	FUNCIÓN	DESCRIPCIÓN
Energía	OFF	Sin energía
	ON	PIDU está recibiendo energía
Ethernet	OFF	No hay tráfico de red
	Parpadeo 10 veces	Secuencia de inicio correcto
	Parpadeo aleatorio	Tráfico de red normal

ODU, LAN y Recuperación

En la parte inferior del Plus PIDU hay un punto de entrada para el Plus PIDU al cable ODU, el puerto de red Ethernet 1000BaseT y el interruptor de recuperación. Ver figura 2.8.



Fig.2.8 PIDU Ubicación de interruptor de recuperación

Fuente: Manual del producto Motorola PTP 58600

El interruptor de recuperación se utiliza para recuperar la unidad de los errores de configuración o la corrupción imagen del software. Para poner un ODU en modo de recuperación, el interruptor de la recuperación debe ser presionado, con la energía aplicada. El interruptor de la recuperación debe ser mantenida durante al menos 20 segundos después de que la energía se ha aplicado.

Un simple reinicio se puede realizar mediante la eliminación y volver a aplicar el suministro eléctrico a la PIDU Plus

Salida y entrada DC

En el lado izquierdo de la PIDU Plus, Las conexiones de entrada y salida de 48V Dc pueden ser encontradas. Estos se utilizan para alimentar la Serie PTP 600 desde una fuente externa DC o para proporcionar un nivel de redundancia de alimentación

Conectores remotos y jumpers

También en el lado izquierdo de la PIDU Plus, conectores y jumpers pueden ser encontrados, que permiten la conexión remota del led de energía, led de Ethernet y interruptor de recuperación.

Conexión a la red de energía eléctrica

La gama de alimentación de entrada para el PIDU Plus es AC 90V-264V, 47-63Hz. La conexión a la red de energía del PIDU Plus se realiza mediante una norma de cable de alimentación: "figura de ocho". Ver figura 2.9.



Fig.2.9 Entrada de poder PIDU Plus

Fuente: Manual del producto Motorola PTP 58600

Leds remoto y el interruptor de recuperación

El PIDU Plus proporciona una facilidad para conectar los LED remoto y al interruptor de recuperación que permite al PIDU Plus ser montado en un recinto cerrado. En el extremo izquierdo del PIDU Plus bajo la cubierta de conexión ODU se encuentra un PCB y tres jumpers. Los Jumpers J906 y J907 debe ser retirado y la conexión a los leds remoto e interruptor de recuperación hecho

de J908. Ver figura 2.10.

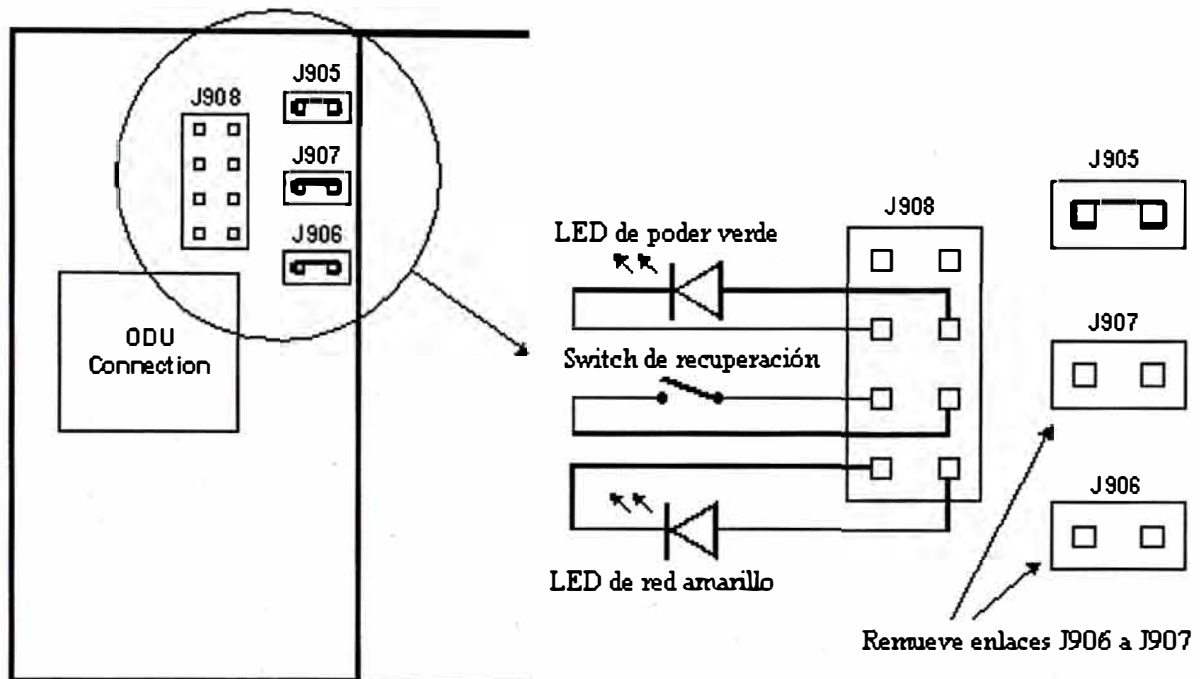


Fig.2.10 Cableado de led remoto e interruptor de recuperación

Fuente: Manual del producto Motorola PTP 58600

2.2.2 Link Estimator

La herramienta Link Estimator se utiliza para evaluar la confiabilidad y probabilidad del enlace. Con un informe de cálculo de enlace, se pueden establecer las expectativas de rendimiento adecuadas antes de adquirir de cualquier sistema PTP. Ver figura 2.11.

La herramienta Link Estimator PTP es una hoja de cálculos que permite a los clientes determinar las características de rendimiento del enlace antes de adquirir una solución inalámbrica serie wi4 Fija PTP 400 o PTP 600. La planificación del enlace debe realizarse antes de adquirir cualquier equipo o antes de la instalación física. La herramienta Link Estimator PTP permite que el operador cree situaciones "potenciales" para optimizar el rendimiento del sistema otorgando ciertas suposiciones acerca de la geografía, distancia, altura de la antena, potencia de transmisión y otros factores.

PTP Path Profiler se utiliza para especificar las ubicaciones locales y remotas que desea conectar al proporcionar la latitud y la longitud de las ubicaciones desde un GPS o desde una herramienta de asignación, tal como Google. Una vez que se completó y presentó Path Profiler, el servidor calculará el contorno de la tierra para ingresarlo en el Link Estimator PTP.

La pantalla gráfica de Link Estimator PTP brinda una imagen de cómo las diferentes entradas, terrenos, obstrucciones, altura de las antenas, etc. afectan a Path Profile en general. El beneficio es que puede optimizar un enlace antes de implementarlo al modificar los datos de

entrada para ver el efecto en el rendimiento y procesamiento. Por ejemplo, si un cálculo de enlace indica un procesamiento bajo, pueden cambiarse algunos factores a fin de mejorar el rendimiento del enlace.

El .DAT que pide el Link Estimator lo conseguimos de la siguiente dirección: <http://motorola.wirelessbroadbandsupport.com/support/ptp/pathprofile.php>.

2.2.3 Paneles Solares

Descripción

Un panel solar es un módulo que aprovecha la energía de la radiación solar. El término comprende a los colectores solares utilizados para producir agua caliente (usualmente doméstica) y a los paneles fotovoltaicos utilizados para generar electricidad.

Los paneles fotovoltaicos: están formados por numerosas celdas que convierten la luz en electricidad. Las celdas también son llamadas células fotovoltaicas, del griego "fotos", luz. Estas celdas dependen del efecto fotovoltaico por el que la energía luminosa produce cargas positiva y negativa en dos semiconductores próximos de diferente tipo, produciendo así un campo eléctrico capaz de generar una corriente.

Las células fotovoltaicas, además de producir energía que puede alimentar una red eléctrica terrestre, pueden emplearse en vehículos eléctricos y barcos solares.

Características sobresalientes KC85T (Modulo fotovoltaico poli-cristalino de alto rendimiento)

La avanzada tecnología e instalaciones fabriles automatizadas de Kyocera hacen posible la producción de estos módulos solares policristalinos de alta eficiencia.

Para brindar a las celdas la máxima protección en las condiciones ambientales de operación más severas, éstas se encuentran encapsuladas entre una cubierta de vidrio templado y una cobertura de vinilo etilénico (EVA) con fluoruro de polivinilo y una lamina de respaldo.

El laminado se encuentra montado en un marco de aluminio anodizado a fin de proveer resistencia estructural y facilidad de instalación. Ver figura 2.12, figura 2.13, figura 2.14 y tabla 2.5.

Aplicaciones

- Estaciones repetidoras de micro ondas y de radio
- Electrificación de pueblos en áreas remotas
- Postas médicas en áreas rurales
- Energía para casas de campo
- Sistemas de comunicaciones de emergencia
- Sistema de monitores de datos ambientales y de calidad de agua
- Faros, boyas y balizas de navegación marítima
- Bombeo de agua para sistemas de riego, agua potable en áreas rurales y abrevaderos para el ganado
- Balizamiento para control y señales en aeronáutica

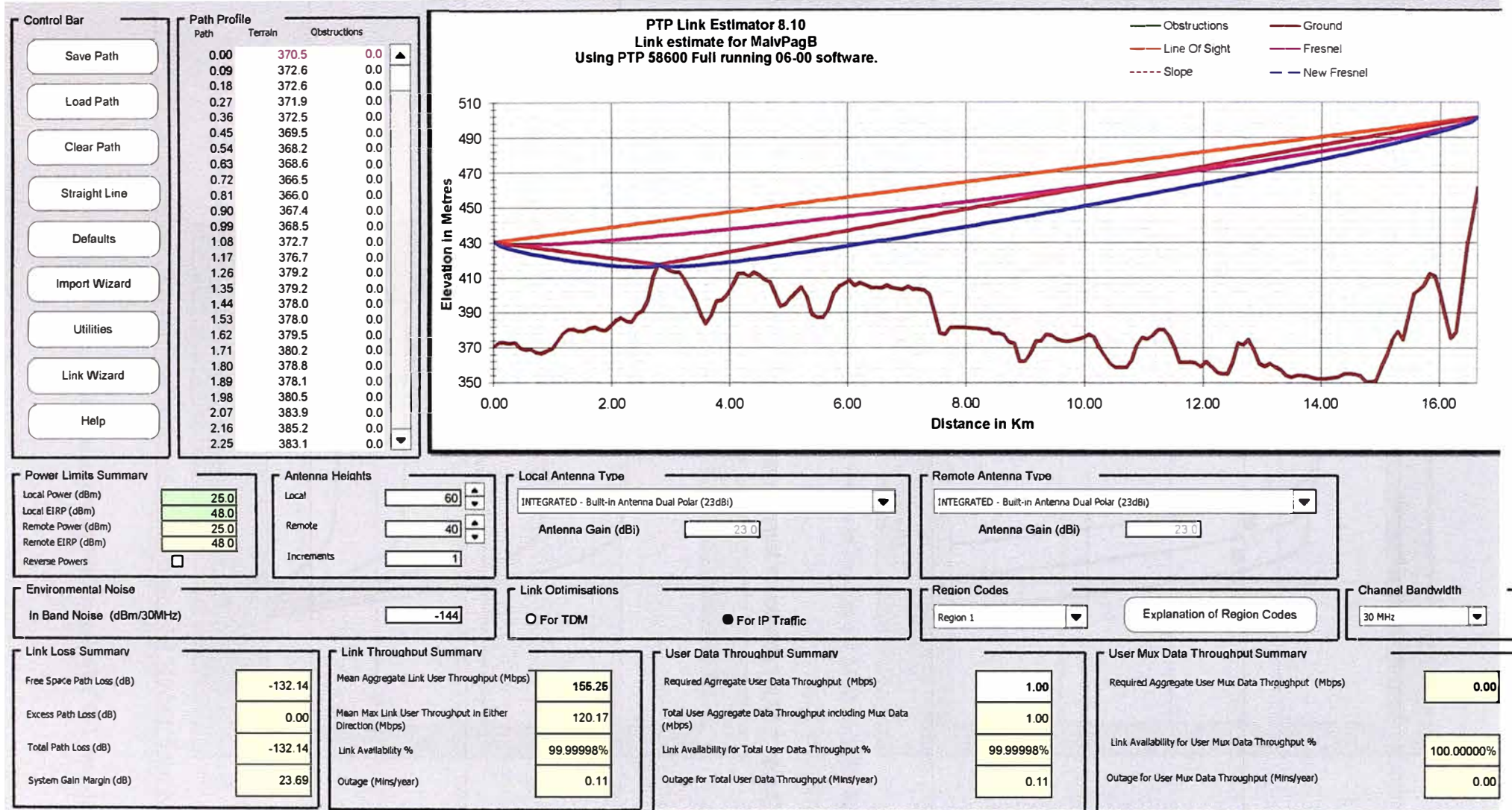


Fig.2.11 Características del Link Estimator, Fuente: Tablas del link estimator

Características eléctricas

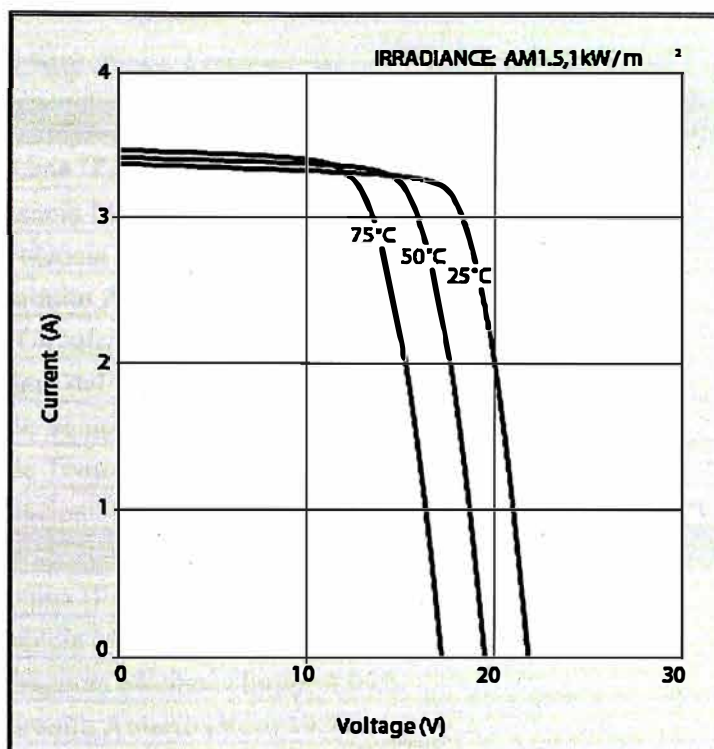


Fig. 2.12 Características de la corriente en función de la tensión del Módulo Solar KC85T a varias temperaturas de celda.

Fuente: http://www.kyocerasolar.com/pdf/specsheets/KC85T_sp.pdf

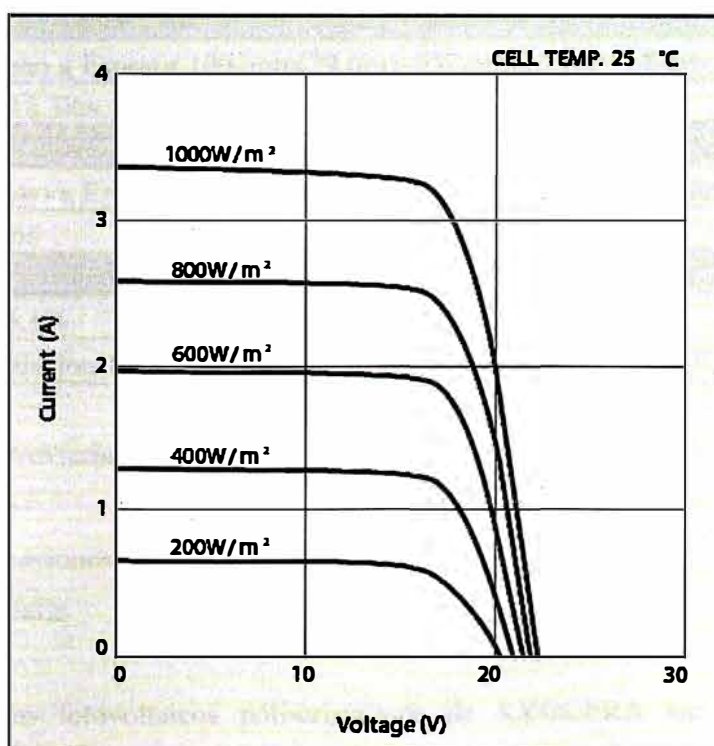


Fig. 2.13 Características de la corriente en función de la tensión del Módulo Solar KC85T a varios niveles de irradiación.

Fuente: http://www.kyocerasolar.com/pdf/specsheets/KC85T_sp.pdf

Tabla N° 2.5 Especificaciones técnicas

Fuente: http://www.kyocerasolar.com/pdf/specsheets/KC85T_sp.pdf

Características Técnicas Bajo Condiciones Estándar de Ensayo (STC)
Potencia Máxima (P _{máx}) 87W (+15%/-5%)
Voltaje a Potencia Máxima (V _{mpp}) 17.4V
Corriente a Potencia Máxima (I _{mpp}) 5.02A
Voltaje de Circuito Abierto (V _{oc}) 21.7V
Corriente de Circuito Abierto (I _{sc}) 5.34A
Voltaje Máximo del Sistema 600V
Coeficiente de Temperatura del V _{oc} -8.21×10 ⁻² V/°C
Coeficiente de Temperatura de la I _{sc} 2.12×10 ⁻³ A /°C
* STC: Irradiación 1000 W/m ² , AM1.5, Temperatura de Celda 25 °C
Características Técnicas a 300 W/m ² , NOCT, AM1.5
Potencia Máxima (P _{máx}) 62W
Voltaje a Potencia Máxima (V _{mpp}) 15.3V
Corriente a Potencia Máxima (I _{mpp}) 4.06A
Voltaje de Circuito Abierto (V _{oc}) 19.7V
Corriente de Circuito Abierto (I _{sc}) 4.31A
* Temperatura Nominal de Operación de Celda : 47 °C
Células
Cantidad por Módulo 36
Peso y Medidas del Módulo
Largo x Ancho x Espesor 1007mm(39.6in)×652mm(25.7in)×58mm(2.3in)
Peso 8.3kg(18.3lbs.)
Características de la Caja de Conexiones
Largo x Ancho x Espesor 170.6mm(6.7in)×191.6mm(7.5in)×51.5mm(2.0in)
Grado IP IP65
Reducción de Pérdidas a Baja Irradiación
Reducción 6.1%
* STC: Irradiación 1000 W/m ² , AM1.5, Temperatura de Celda 25 °C

- Señales en redes ferroviarias.
- Vehículos de recreo
- Vehículos y embarcaciones de recreo
- Señalización ferroviaria

Control de calidad

Los módulos fotovoltaicos poli-cristalinos de KYOCERA han pasado los ensayos siguientes:

- Ensayo de ciclado térmico • Ensayo de choque térmico • Ensayo de ciclado de congelamiento y humedad elevada • Prueba de aislamiento eléctrico • Ensayo mecánico y de cargas de viento y

- torsión. • Prueba de impactos de granizo • Ensayo de rocío salino.
- Ensayo de exposición a la luz y al agua • Pruebas de exposición a condiciones de campo



Fig.2.14 Panel Solar

http://www.kyocerasolar.com/pdf/specsheets/KC85T_sp.pdf

2.2.4 Controladores Steca Tarom

Especialmente concebido para aplicaciones industriales y al aire libre, el Steca Power Tarom se suministra en una carcasa de acero recubierto de polvo sinterizado con grado de protección IP 65.

Con este regulador de carga solar se pueden regular sistemas hasta 8.400 Wp en tres niveles de tensión (12, 24, 48 V). El Steca Power Tarom está basado en la tecnología de los reguladores Steca Tarom. Es posible conectar en paralelo varios reguladores de esta serie para operarlos en un sistema de energía solar doméstico sencillo o sistema híbrido mediante un bus CC convencional. De esta manera se puede alcanzar también una potencia superior a 20 kWp. Ver figura 2.15.

Características del producto

- Regulador híbrido
- Determinación del estado de carga con Steca AtonIC
- Selección automática de tensión
- Tecnología de carga escalonada
- Desconexión de carga en función del estado de carga.



Fig.2.15 Regulador de carga Steca Tarom 245 - 12/24v 45a w. lcd

Fuente: http://www.stecasolar.com/index.php?Steca_Tarom_es

- Reconexión automática del consumidor
 - Compensación de temperatura
 - Toma de tierra en uno o varios terminales positivos o sólo en uno de los terminales negativos
 - Registrador de datos integrado
 - Función de luz nocturna con Steca Modelo PA 15
 - Función de autocontrol
 - Carga mensual de mantenimiento
 - Contador de energía integrado
- Funciones de protección electrónica
- Protección contra sobrecarga
 - Protección contra descarga total
 - Protección contra polaridad inversa de los módulos, la carga y la batería
 - Protección contra polaridad inversa por medio de fusible interno
 - Fusible electrónico automático
 - Protección contra cortocircuito de la carga y los módulos solares
 - Protección contra sobretensión en la entrada del módulo
 - Protección contra circuito abierto sin batería
 - Protección contra corriente inversa por la noche
 - Protección contra sobre-temperatura y sobrecarga

Indicaciones

- Display LCD para textos, para parámetros de funcionamiento, avisos de fallo, autocontrol

Manejo

- Fácil manejo con menús
- Programación por medio de botones
- Conmutación manual de carga

Interfaces

- Interfaz RJ45

Opciones

- Sensor de temperatura externo (incluida en el volumen de suministro)
- Contacto de alarma

2.2.5 Pararrayos marca Trazor

Un pararrayos es un instrumento cuyo objetivo es atraer un rayo ionizando el aire para excitar, llamar y conducir la descarga hacia tierra, de tal modo que no cause daños a las personas o construcciones.

Estructura y funcionamiento

Las instalaciones de pararrayos consisten en un mástil metálico (acero inoxidable, aluminio, cobre o acero), con un cabezal captado (pararrayos). El cabezal tiene muchas formas en función de su primer funcionamiento: puede ser en punta, multipuntas, semiesférico o esférico y debe sobresalir por encima de las partes más altas del edificio. El cabezal está unido a una toma de tierra eléctrica, por medio un cable de cobre conductor. La toma de tierra se construye mediante picas de metal que hacen las funciones de electrodos en referencia al terreno o mediante placas de metal conductoras también enterradas. En principio, un pararrayos protege una zona teórica de forma cónica con el vértice en el cabezal; el radio de la zona de protección (más de 100m) depende del ángulo de apertura de cono y a su vez éste depende de cada tipo de protección. Las instalaciones de pararrayos se regulan en cada país por guías de recomendación o normas. Ver figura 2.16 y figura 2.17.

2.2.6 Sistemas de Pozos de Tierra

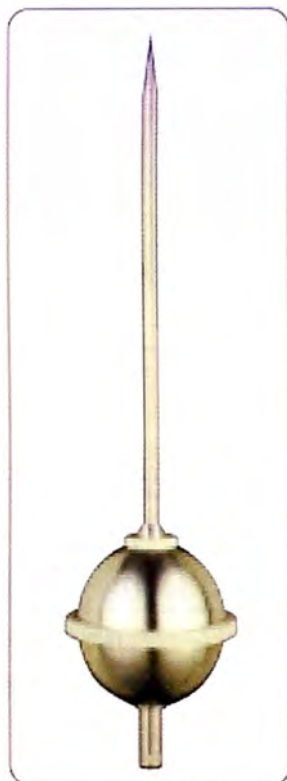
Los medios digitales de la actualidad son una realidad del mundo globalizado y hay información en línea o banda ancha que necesitan mayor cuidado porque presentan algunas debilidades entre las cuales podemos contar con la sensibilidad a los cambios bruscos en las condiciones de operación, es decir, las perturbaciones en la alimentación eléctrica o a los fenómenos eléctricos transitorios que se presentan o inducen en los sistemas interconectados.

Para evitar y atenuar la peligrosidad de estas perturbaciones en la vida y funcionamiento de los equipos, se ha previsto la estabilidad, continuidad de funcionamiento y la protección de los mismos con dispositivos que eviten el ingreso de estos transitorios a los sistemas en fracciones de

PARARRAYOS CON DISPOSITIVO DE CEBADO

PARARRAYOS TRAZOR PDC

(norma UNE 21186)

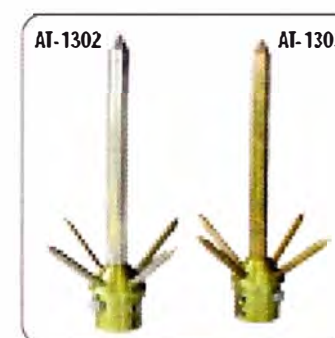


PARARRAYOS

REF.	PARARRAYOS
AT-1463	TRAZOR T-PDC/3
AT-1465	TRAZOR T-PDC/5
AT-1467	TRAZOR T-PDC/7
AT-1469	TRAZOR T-PDC/9
AT-1470	TRAZOR T-PDC/10

PUNTAS

no activas



PUNTAS

REF.	TIPO	DIMENSIONES
AT-1302	Multiple de acero inoxidable. Incluida pieza de adaptación a mástil de 1 1/2"	
AT-1303	Multiple de cobre. Incluida pieza de adaptación a mástil de 1 1/2"	
AT-1310	Simple de cobre niquelado	Ø 1" y 1,4 m de longitud
AT-1311	Simple de cobre niquelado	Ø 1" y 2,4 m de longitud
AT-1320	Simple de acero inoxidable	Ø 1" y 1,4 m de longitud
AT-1321	Simple de acero inoxidable	Ø 1" y 2,4 m de longitud

Fig 2.16 Modelos de Pararrayos Trazor

Fuente: <http://www.mesemar.com/pdf/puntas-pasivas.pdf>

PIEZAS DE ADAPTACIÓN



PIEZAS DE ADAPTACIÓN PARA UNIÓN ENTRE PARARRAYOS, MÁSTIL Y *BAJANTE INTERIOR* DE REDONDO O PLETINA

REF.	MATERIAL	MÁSTIL	REDONDO	PLETINA
AT-10A	Latón	1 1/2"	Ø 8-10 mm	
AT-20A	Acero inox.	1 1/2"	Ø 8-10 mm	
AT-11A	Latón	1 1/2"	Ø 8-10 mm	30 x 2 mm
AT-21A	Acero inox.	1 1/2"	Ø 8-10 mm	30 x 2 mm
AT-12A	Latón	1"	Ø 8-10 mm	
AT-22A	Acero inox.	1"	Ø 8-10 mm	

PIEZAS DE ADAPTACIÓN PARA UNIÓN ENTRE MÁSTIL Y *BAJANTE EXTERIOR* DE REDONDO O PLETINA

REF.	MATERIAL	MÁSTIL	REDONDO	PLETINA
AT-33A	Latón	De Ø 1"	Ø 8- 10mm	30 x 2 mm
AT-48A	Latón	De Ø 1 1/4" a 1 1/2"	Ø 8- 10mm	30 x 2 mm

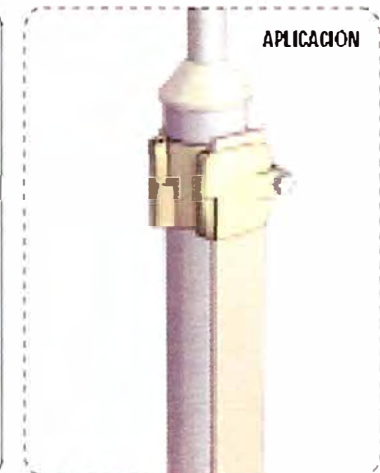


Fig 2.17 Piezas de adaptación
Fuente: <http://www.mesemar.com/pdf/puntas-pasivas.pdf>

segundo (nanosegundos) y sean dispersados por una ruta previamente asignada como es el sistema de puesta a tierra, que es el primer dispositivo protector no solo de equipo sensible, sino también de la vida humana evitando desgracias o pérdidas que lamentar.

La protección eléctrica y electrónica tiene pues dos componentes fundamentales, que son indisolubles uno de otro: los equipos protectores (pararrayos, filtros, supresores, TVSS, Vía de Chispas, etc.) y el sistema dispersor o Sistema de Puesta a Tierra, entendiéndose este como el pozo infinito donde ingresan corrientes de falla o transitorios y no tienen retorno porque van a una masa neutra y son realmente dispersados.

Finalidad de las puestas a tierra

Los objetivos principales de las puestas a tierra son:

1. Obtener una resistencia eléctrica de bajo valor ($<50\Omega$) para derivar a tierra Fenómenos Eléctricos Transitorios, corrientes de falla estática y parásita; así como ruido eléctrico y de radio frecuencia.
2. Mantener los potenciales producidos por las corrientes de falla dentro de los límites de seguridad de modo que las tensiones de paso o de toque no sean peligrosas para los humanos y/o animales.
3. Hacer que el equipamiento de protección sea más sensible y permita una rápida derivación de las corrientes defectuosas a tierra.
4. Proporcionar un camino de derivación a tierra de descargas atmosféricas, transitorios y de sobretensiones internas del sistema.
5. Ofrecer en todo momento y por el tiempo de vida útil del SPAT (± 20 años) baja resistencia eléctrica que permita el paso de las corrientes de falla.
6. Servir de continuidad de pantalla en los sistemas de distribución de líneas

Propiedades electromagnéticas de las tierras

Para entender cabalmente los fenómenos que acontecen en una puesta a tierra es necesario tener en cuenta algunos conocimientos sobre las propiedades eléctricas y magnéticas de los suelos y el comportamiento de los mismos cuando se producen corrientes transitorias o de falla. Asimismo para poder diseñar los sistemas de puesta a tierra será muy útil conocer en detalle estos parámetros.

La tierra (suelo, subsuelo) tiene propiedades que se expresan fundamentalmente por medio de tres magnitudes físicas que son:

La resistividad eléctrica ρ (o su inversa la Conductividad σ).

La constante dieléctrica ϵ y

La permeabilidad magnética μ

El comportamiento físico de los suelos depende de las propiedades y modo de agregación de sus minerales y de la forma, volumen y relleno (generalmente agua y aire) de los poros. Además de estas relaciones conviene estudiar el efecto que sobre dichas propiedades ejercen la presión y la temperatura.

Resistividad de los suelos

Se sabe por física elemental que la resistencia R de un conductor alargado y homogéneo de forma cilíndrica vale:

$$R = \rho \ l/s$$

donde:

R = resistencia en Ω

ρ = resistividad en (Ω -metro)

l = longitud del conductor en metros m

s = sección en metros cuadrados

La resistividad es una medida de la dificultad que la corriente eléctrica encuentra a su paso en un material determinado, pero igualmente se considera la facilidad de paso, resultando así el concepto de, Conductividad, que expresado numéricamente es inverso a la resistividad y se expresa en siemens-metro de modo que:

$$\sigma = 1/\rho$$

La resistividad es una de las magnitudes físicas de mayor amplitud de variación, como lo prueba el hecho de que la resistividad del poliestireno supera a la del cobre en 23 órdenes de magnitud. Ver tabla 2.6.

Conceptos fundamentales en estudios de resistividad

Las corrientes eléctricas que nos interesan no recorren conductores lineales (hilos y cables) como en las instalaciones y aparatos eléctricos usuales, sino que se mueven en un medio tridimensional por lo que debemos estudiar las leyes físicas a las que obedecen estas corrientes.

Para hacer el problema fácilmente abordable desde el punto de vista matemático, habremos de estilizar las condiciones reales, suponiendo que el subsuelo se compone de varias zonas, dentro de cada una de las cuales la resistividad suponemos constante, separadas entre sí por superficies límite perfectamente planas. A pesar de esta simplificación, el problema es matemáticamente muy difícil y solo ha sido resuelto en casos muy sencillos.

Influencia de la humedad

La resistividad del suelo sufre alteraciones con la humedad. Esta variación ocurre en virtud de la activación de cargas eléctricas predominantemente iónicas por acción de la humedad, un porcentaje mayor de humedad hace que las sales presentes en el suelo o adicionadas a propósito se disuelvan formando un medio electrolítico favorable al paso de la corriente iónica. Así mismo un suelo específico con concentración diferente de humedad presenta una gran variación de su resistividad, siendo por lo tanto muy susceptible de los cambios estacionales.

Compactación

La compactación de un suelo a condiciones naturales, es la atracción que ejerce la gravedad con toda materia existente, habiéndose logrado una agregación de materiales a través del tiempo en

forma íntima entre ellos, quedando por lo tanto pocos espacios sin ocupar.

Cuando se hacen trabajos de excavación todo este entramado natural se rompe y al volver a llenarse las excavaciones en forma manual nos queda material aparentemente sobrante; lo ideal sería que con el cuidado necesario se logre regresar todo el material a su estado anterior para lograr así una compactación deseable que permita el firme contacto de los electrodos con el suelo y sales agregadas que permita una circulación de corrientes de falla en forma fluida.

Tabla N° 2.6 Resistividad del terreno

Fuente: <http://www.para-rayos.com/datos/gel20061.pdf>

NATURALEZA DEL TERRENO	Resistividad en Ω - m
Terrenos Pantanosos	De algunas unidades a 30
Limo	20 a 100
Humus	10 a 150
Turba Húmeda	5 a 100
Arcilla Plástica	50
Marga y Arcillas Compactas	100 a 200
Margas del jurásico	30 a 40
Arena Arcillosa	50 a 500
Arena Silíceas	200 a 300
Suelo Pedregoso Cubierto de Césped	300 a 500
Suelo Pedregoso Desnudo	1,500 a 3,000
Calizas Blandas	100 a 300
Calizas Compactas	1,000 a 5,000
Calizas Agrietadas	500 a 1,000
Pizarras	50 a 300
Roca de Mica o Cuarzo	500 a 5000
Granito y Gres procedentes de Alteraciones	1,500 a 10,000
Roca Ígnea	5,000 a 15,000

Métodos para la reducción de la resistividad eléctrica

Existen distintos métodos para lograr la reducción de la resistencia eléctrica, aunque todos ellos presentan un punto de saturación que es conveniente conocer para evitar diseños antieconómicos. Los métodos para la reducción son los siguientes:

- a)- El aumento del número de electrodos en paralelo
- b)- El aumento de la distancia entre ejes de los electrodos
- c)- El aumento de la longitud de los electrodos.
- d)- El aumento del diámetro de los electrodos
- e)- El cambio del terreno existente por otro de menor resistividad.
- f)- El tratamiento químico electrolítico del terreno.

El aumento del número de electrodos en paralelo.

La acción de aumentar el número de electrodos conectados en paralelo disminuye el valor de la "Resistencia Equivalente", pero esta reducción no es lineal puesto que la curva de reducción tiene tendencia asintótica a partir del 6to. ó 7mo. electrodo y además existe el fenómeno de la resistencia recíproca.

Suponiendo un medio ideal en el que la resistividad del terreno homogéneo es de $600 \Omega\text{-m}$ y se clava un electrodo estándar de 2.4 m

$$R = (\rho/2\pi l) * \ln(2l/d) \dots \dots \dots (2.1)$$

Donde: $(\ln(2l/d)/2\pi l)$ se considera = $K = 0.49454$

Por lo tanto, reemplazando en la ecuación 2.1, $R = 600 \times 0.49454 \approx 300 \Omega$

El aumento de la longitud y el diámetro de los electrodos

La longitud del electrodo esta en función a la resistividad y profundidad de las capas del terreno, obviamente se prefiere colocar el electrodo dentro de la capa de menor resistividad.

Por otro lado debemos indicar antes de proseguir con las demás variables que los resultados están ligados íntimamente a la resistividad del terreno donde se está trabajando, teniendo valores variables entre 200 a $600 \Omega\text{-m}$ en condiciones normales, si aplicamos la fórmula de la Resistencia: $R = (\rho/2\pi l) * \ln(2l/d)$ en el mejor de los casos conseguiremos una Resistencia de $\approx 0.5\rho$ con un electrodo de dimensiones comunes y usuales; luego al aplicar la reducción recomendada se podrá llegar en el mejor de los casos a $\approx 0.1\rho$ lo cual en la práctica nos resulta un valor de aproximadamente 20Ω para el caso más favorable; siendo este valor muy alto para Sistemas de Tierra usados en Pararrayos, Centros de Cómputo y Telefonía.

El aumento en el diámetro del electrodo tiene que ser mayúsculo para que su aporte reduzca significativamente la resistencia, debido a que en la fórmula de la resistencia el producto de la longitud x el diámetro del electrodo se multiplica por un logaritmo natural.

El aumento de la distancia entre ejes de los electrodos

Normalmente la distancia entre ejes de los electrodos debe ser $\geq 4L$ siendo L la longitud del electrodo; pero en los casos donde se requiera obtener resistencias eléctricas muy bajas y exista disponibilidad de área de terreno, las distancias entre ejes de los electrodos, deberán ser lo máximo posible; pues a mayor distancia entre ejes de electrodos, mayor será la reducción de la resistencia a obtener; y ello por el fenómeno de la resistencia mutua entre electrodos.

Cambio del Terreno

Los terrenos pueden ser cambiados en su totalidad, por terreno rico en sales naturales; cuando ellos son rocosos, pedregosos, calizas, granito, etc., que son terrenos de muy alta resistividad y pueden cambiarse parcialmente cuando el terreno está conformado por componentes de alta y baja resistividad; de modo que se supriman las partes de alta resistividad y se reemplacen por otros de baja resistividad; uno de estos procedimientos es el zarandeo del terreno donde se desechan las piedras contenidas en el terreno.

El cambio total parcial del terreno deberá ser lo suficiente para que el electrodo tenga un radio de buen terreno que sea de 0 a 0.50 m en todo su contorno así como en su fondo. La resistencia crítica de un electrodo se encuentra en un radio contorno que va de 0 a 0.5 m de este, por lo que se tendrá sumo cuidado con las dimensiones de los pozos para los electrodos proyectados. El

porcentaje de reducción en estos casos es difícil de deducir, debido a los factores que intervienen, como son resistividad del terreno natural, resistividad del terreno de reemplazo total ó parcial, adherencia por la compactación y limpieza del electrodo, pero daremos una idea porcentual más o menos en función al tipo de terreno y al cambio total ó parcial.

Para lugares de alta resistividad donde se cambie el terreno de los pozos en forma total, el porcentaje puede estar entre 50 a 70 % de reducción de la resistencia eléctrica resultante.

Para terrenos de media resistividad donde se cambie el terreno de los pozos en forma parcial ó total, el porcentaje de reducción puede estar como sigue:

- Cambio parcial de 20 a 40 % de reducción de la resistencia eléctrica resultante.
- Cambio total de 40 a 60 % de reducción de la resistencia eléctrica resultante.

Para terrenos de baja resistividad donde se cambiará el terreno de los pozos en forma parcial, el porcentaje de reducción puede estar entre 20 a 40 % de la resistividad natural del terreno.

La saturación en este caso se dará si cambiamos mayor volumen de tierra que la indicada, los resultados serán casi los mismos y el costo será mucho mayor, lo cual no se justifica.

Tratamiento químico del suelo

El tratamiento químico del suelo surge como un medio de mejorar y disminuir la resistencia eléctrica del Sistema de Puesta a Tierra (SPAT) sin necesidad de utilizar gran cantidad de electrodos.

Para elegir el tratamiento químico de un SPAT se deben considerar los siguientes factores:

- Alto % de reducción inicial
- Facilidad para su aplicación
- Tiempo de vida útil
- Facilidad en su reactivación
- Estabilidad (mantener la misma resistencia durante varios años)

Las sustancias que se usan para un eficiente tratamiento químico deben tener las siguientes características:

- Higroscopicidad -Alta capacidad de Gelificación
- No ser corrosivas -Alta conductividad eléctrica
- Químicamente estable en el suelo -No ser tóxico
- Inocuo para la naturaleza

Tipos de tratamiento químico

Existen diversos tipos de tratamiento químico para reducir la resistencia de un SPAT los más usuales son:

- Cloruro de Sodio + Carbón vegetal
- Bentonita
- Thor-Gel

Características principales de los tratamientos químicos

Ninguna Sal en estado seco es conductiva, para que los electrolitos de las sales conduzcan corriente, se deben convertir en soluciones verdaderas o en pseudo soluciones, por ejemplo: el cloruro de sodio en agua forma una solución verdadera lo mismo que el azúcar, el mismo cloruro de sodio disuelto en benceno formara una pseudo solución o dispersión coloidal como también se le conoce.

Cloruro de Sodio + Carbón Vegetal

El Cloruro de Sodio forma una solución verdadera muy conductiva que se precipita fácilmente junto con el agua por efecto de la percolación, capilaridad y evapotranspiración; la solución salina tiene una elevada actividad corrosiva con el electrodo, reduciendo ostensiblemente su tiempo de vida útil, la actividad corrosiva se acentúa si el electrodo es de hierro cobreado. Si bien es cierto que el cloruro de sodio disuelto en agua no corroe al cobre (por ser un metal noble) no es menos cierto que la presencia de una corriente eléctrica convertirá al sistema, Cobre - solución cloruro de sodio, en una celda electrolítica con desprendimiento de cloro y formación de hidróxido de sodio en cuyo caso ya empieza la corrosión del cobre.

El objetivo de la aplicación del carbón vegetal molido (cisco de carbonería) es aprovechar la capacidad de este para absorber la humedad del medio, (puesto que el carbón vegetal seco es aislante) y retener junto a esta algunos de los electrolitos del cloruro de sodio que se percolan constantemente.

Bentonita

Las bentonitas constituyen un grupo de sustancias minerales arcillosas que no tienen composición mineralógica definida y deben su nombre al hecho de haberse descubierto el primer yacimiento cerca de Fort Benton, en los estratos cretáceos de Wyoming en 1848; Aun cuando las distintas variedades de bentonitas difieren mucho entre sí en lo que respecta a sus propiedades respectivas, es posible clasificarlas en dos grandes grupos:

- Bentonita Sódica.- En las que el ion sodio es permutable y cuya característica más importante es una marcada tumefacción o hinchamiento que puede alcanzar en algunas variedades hasta 15 veces su volumen y 5 veces su peso ,
- Bentonita Cálcica.- En las que el ion calcio es permutable, tiene menor capacidad para absorber agua y por consiguiente solo se hinchan en la misma proporción que las demás arcillas.

Las bentonitas molidas retienen las moléculas del agua, pero la pierden con mayor velocidad con la que la absorben debido a la sinéresis provocada por un exiguo aumento en la temperatura ambiente, al perder el agua pierden conductividad y restan toda compactación lo que deriva en la pérdida de contacto entre el electrodo y el medio, elevándose la resistencia del pozo ostensiblemente, una vez que la Bentonita se ha armado, su capacidad de absorber nuevamente agua es casi nula.

THOR-GEL®

Es un compuesto químico complejo que se forma cuando se mezclan en el terreno las soluciones acuosas de sus 2 componentes. El compuesto químico resultante tiene naturaleza coloidal, formando una malla tridimensional, que facilita el movimiento de ciertos iones dentro de la malla, de modo que pueden cruzarlo en uno u en otro sentido; convirtiéndose en un excelente conductor eléctrico.

Tiene una gran atracción por el agua, de modo que puede aprisionarla manteniendo un equilibrio con el agua superficial que la rodea; esto lo convierte en una especie de reservorio acuífero.

Rellena los espacios intersticiales dentro del pozo, constituyendo una excelente conexión eléctrica entre el terreno (reemplazado) y el electrodo, asegurando una conductividad permanente.

THOR-GEL® tiene el Ph ligeramente básico y no es corrosivo con el cobre, por lo que la vida media de la puesta a tierra con el producto THOR-GEL®, será de 20 a 25 años, manteniéndola de vez en cuando si la pérdida de humedad es mayúscula y hay elevación de la resistencia eléctrica

Método de aplicación del THOR-GEL®- El tratamiento consiste en incorporar al pozo los electrolitos que aglutinados bajo la forma de un Gel mejore la conductividad de la tierra y retenga la humedad en el pozo por un periodo prolongado de manera que se garantice una efectiva reducción de la resistencia eléctrica y una estabilidad que no se vea afectada por las variaciones del clima. La cantidad de dosis por metro cúbico de tierra del SPAT, varía de 1 a 3*, y esta en función a la resistividad natural del terreno. Ver tabla 2.7.

Tabla N° 2.7 Resistividad Ω -m Dosificación

Fuente: <http://www.para-rayos.com/datos/gel20061.pdf>

RESISTIVIDAD Ω -m			DOSIFICACIÓN
de 50	a	200	1 dosis x m3
de 200	a	400	2 dosis x m3
de 400	a	mas	3 dosis x m3

*La saturación en el tratamiento químico se presenta en la tercera dosis por m3

Esta dosificación se aplica igualmente en el tratamiento de las zanjas de interconexión.

Resultados de Reducción de la Resistencia con THOR-GEL®. Los resultados detallados, han sido obtenidos con la aplicación de una sola dosis de 5 Kilos. Ver tabla 2.8.

Resultados de reducción del producto THOR-GEL®. Tiempo de aplicación reducción y estabilidad electroquímica de THOR-GEL® se detallan en la tabla 2.9.

NOTA.- Las pequeñas fluctuaciones son climatológicas y el gran incremento de la resistencia a los 54 meses, es presentado por la floculación.

Sistema de Puesta a Tierra de cómputo con ± 3 Ohm de Resistencia MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS. Ver figura 2.18.

Tabla N° 2.8 Resultados de reducción de la resistencia con THOR-GEL

Fuente: <http://www.para-rayos.com/datos/gel20061.pdf>

RESISTENCIA INICIAL EN Ω	% DE REDUCCIÓN	RESISTENCIA FINAL EN Ω
600	95	30
300	85	45
100	70	30
50	60	20
20	50	10
10	40	6

Tabla N° 2.9 Resultados de tiempo de aplicación del producto Thor-Gel

Fuente: <http://www.para-rayos.com/datos/gel20061.pdf>

Tiempo de Aplicación (meses)	Resistencia Ω	Cumple requerimiento de equipos electrónico?
3	4.00	Si
8	4.48	Si
16	4.00	Si
20	4.36	Si
34	4.49	Si
40	4.10	Si
52	5.93	No (realizar mantenimiento)
54	6.89	No (realizar mantenimiento)
56	6.41	No (realizar mantenimiento)

2.2.7 Torres de Telecomunicaciones

Introducción a las Torres para Telecomunicaciones

Estructuras para Telecomunicaciones

Las Estructuras utilizadas en Telecomunicaciones sirven para la transmisión de energía eléctrica, así como la transmisión de señales, como en el caso de los teléfonos celulares. Existen diversos elementos que estas estructuras deben soportar, como antenas de transmisión y equipos para telecomunicaciones, entre otros. La mayoría de estas estructuras son ligeras, por lo que en su diseño influyen mucho los esfuerzos que genera el viento, y debido a su poco peso el sismo es un elemento que no afecta mucho a estas estructuras.

Ubicación, Altura y Tipo de las Torres

Los teléfonos celulares son radios sofisticados que trabajan con frecuencias que cubren o abarcan áreas o células de cierto diámetro. Departamentos de Radiofrecuencia y Transmisión determinan la localización de estas antenas, y su altura para que funcionen correctamente. Una vez

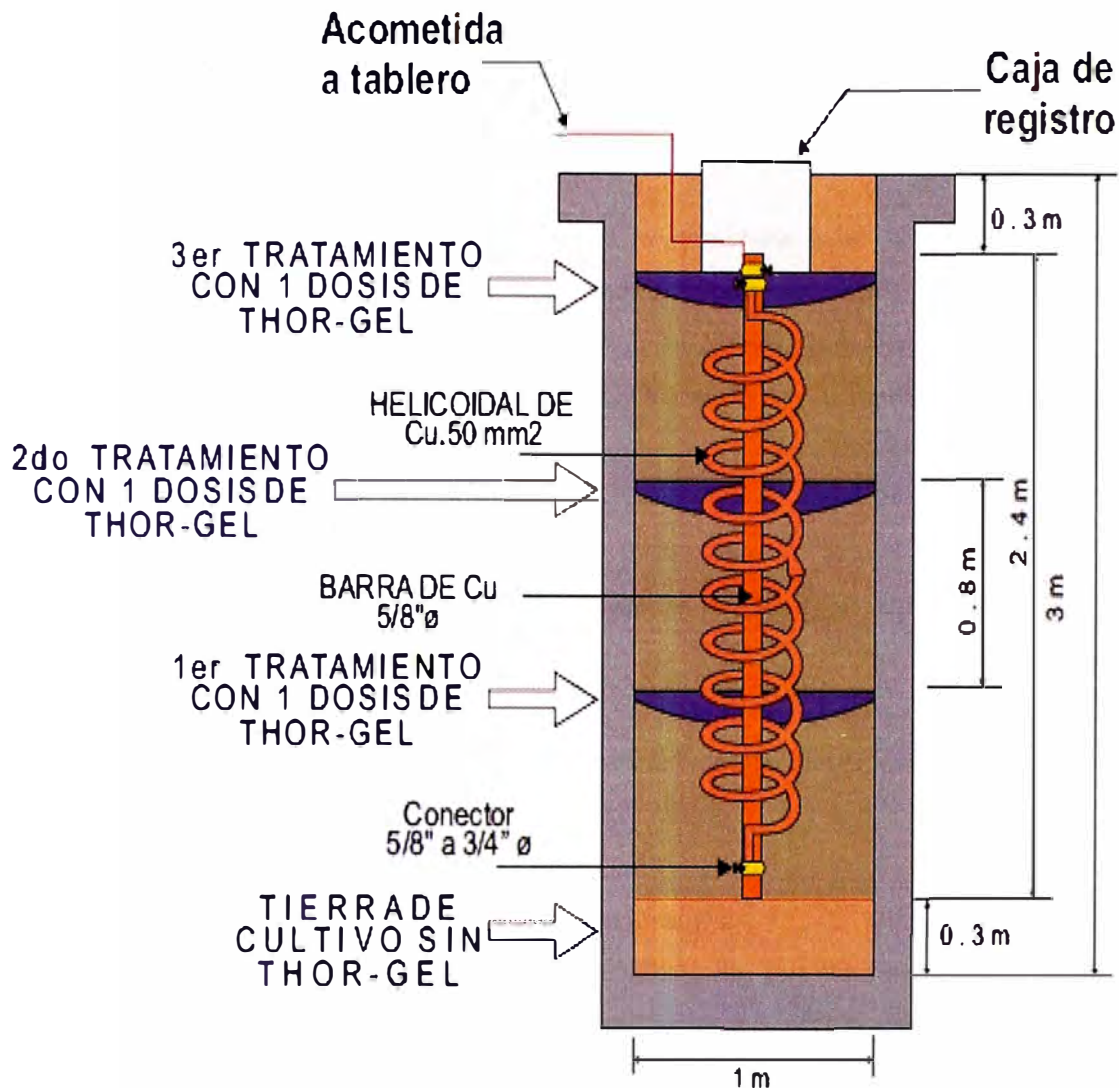


Fig.2.18 Diseño de un pozo de tierra

Fuente: <http://www.para-rayos.com/datos/gel20061.pdf>

dada esta ubicación, en donde se tiene un radio de aproximación, se procede a visitar el área y encontrar un lugar adecuado para la instalación de la torre.

Esta área puede caer sobre una casa, y se procede a hacer un levantamiento del inmueble, y verificar su altura, para así saber la altura de la torre a construir. También se debe de revisar que el inmueble esté en condiciones óptimas para recibir a la torre.

Si el área es un terreno, entonces la torre puede ser autosoportada o tipo monopolo.

Análisis de Cargas

A continuación se muestran las cargas que se consideran para el diseño de una torre para telecomunicaciones:

Carga Muerta.- Antenas celulares, parábolas, feeders, cama guía de onda, escalera, plataforma Triangular y/o descanso (si procede).

La carga muerta correspondiente a el peso de las antenas se tomará directamente de la información proporcionada por el fabricante.

Carga Viva.- El personal para su instalación. Se considera generalmente 300kgs (3 personas de 100kg cada una).

Análisis de fuerzas de viento.- Las cargas de viento se calculan generalmente por medio de un análisis dinámico.

En el caso de las cargas de viento sobre la estructura, estas se obtienen por medio de fórmulas estipuladas en los reglamentos correspondientes para cada país, por ejemplo, en Estados Unidos se calcula por medio del reglamento AESC, en México por medio del reglamento de la CFE, en Argentina por medio del reglamento CIRSOC, en Perú por medio del reglamento E.020. En dichas fórmulas se calculan las áreas de exposición de los elementos estructurales, las cuales se multiplican generalmente por otros coeficientes.

Para calcular las fuerzas del viento pero ahora sobre las antenas y parábolas, se podrán calcular a partir de las medidas experimentales tomadas por los fabricantes del equipo, como las antenas Andrew que son las más comerciales.

Inspección estructural de Torres Existentes

Para las torres existentes se deberán de realizar trabajos de inspección y mantenimiento en caso de que se requiera.

Se deberá revisar:

Que no falten pernos, para esto se hace una revisión aleatoria.

Que los elementos estructurales estén en buenas condiciones, que no estén oxidados ni doblados.

En caso de que haya oxido, se debe de determinar el espesor actual por medio de mediciones con aparatos electrónicos, como los llamados Medidores de Espesor de paredes.

Se deberá revisar que la cimentación este en buenas condiciones y no este agrietada.

En torres Arriostradas, se deberán de revisar que los tirantes estén en buenas condiciones, y que estos tengan la tensión adecuada.

Tipos de Torres

Estas estructuras pueden variar según las necesidades y las condiciones del sitio en donde se vaya a colocar.

Así, existen desde Torres Arriostradas (torres con tirantes), Torres Auto soportadas, monopolos, mástiles, entre otras, las cuales suelen estar compuestos por perfiles y ángulos de acero unidos por tornillos, pernos o remaches o por medio de soldadura. Estas estructuras podrán ser de diversas alturas, dependiendo de la altura requerida para poder suministrar un correcto funcionamiento.

También la geometría de una estructura, como una torre auto-soportada por ejemplo, puede variar según el fabricante de la torre.

Existen actualmente muchas compañías que se dedican a fabricar estas estructuras y muchas de ellas tienen sus modelos optimizados para que se tenga un correcto funcionamiento de

la estructura, en donde los perfiles y ángulos varían de tamaño y espesor dependiendo de la altura de la estructura, y del lugar en donde se va a construir, afectando principalmente la velocidad del viento que exista en el lugar en cuestión.

Torres Arriostradas o Atirantadas

Muchas veces se requieren instalar antenas celulares en puntos específicos o regiones, por lo que se recurre a construir torres arriostradas sobre edificaciones existentes. Estas torres cuentan generalmente de tirantes o arriostres a diferentes distancias. El peso que genera la torre sobre la estructura existente no es muy grande, por lo que no le adiciona mucho peso a la edificación, sin embargo, se deben de colocar el apoyo de las torre y sus arriostres sobre columnas y elementos resistentes, porque la descarga de la torre no podría colocarse sobre una losa o algún otro elemento inadecuado, porque este podría fallar. La base de la torre transmitirá un esfuerzo de compresión en donde esté apoyada, y los arriostres generalmente transmitirán esfuerzos de tensión.

Los cables o arriostres generalmente se tensan al 10% de su Resistencia, la cual es proporcionada por el fabricante. Así, por ejemplo, si el cable tiene una resistencia a la ruptura de 4.95 Ton en tensión, entonces se acostumbra tensar los cables a 0.495 Ton. También se pueden tensar los cables con diferentes fuerzas, calculando una tensión tal que el sistema este en equilibrio.

Cuando al centro de la edificación no se encuentre una columna para poder apoyar la base de la torre, se puede recurrir a la colocación de alguna viga de acero o alguna estructura para que la torre se apoye. Esta estructura podrá ya apoyarse sobre otras columnas de la edificación. Ver figura 2.19.

Torres Auto-Soportadas

Estas torres se construyen sobre terrenos, en áreas urbanas o cerros, y deberán de contar con una cimentación adecuada para poder resistir las fuerzas a las que están sometidas. La geometría de estas torres depende de la altura, la ubicación y del fabricante de la torre. Ver figura 2.20.

2.3 Definición de Términos

2.3.1 Delta V

Delta V es un sistema de automatización que ofrece un software y hardware de fácil uso para control avanzado de plantas industriales. Delta V permite definir alarmas y monitorear las variables controladas y manipuladas. Éstas variables se pueden medir o graficar en una interfaz gráfica amigable para el operador. La comunicación entre el controlador y la estación de trabajo se realiza mediante una conexión IP a través de la red local.

2.3.2 EMC

Compatibilidad electromagnética (EMC) es la rama de ciencias eléctricas que estudia la generación no intencional de propagación y recepción de energía electromagnética con referencia a los efectos no deseados (interferencia electromagnética) que dicha energía puede



Fig.2.19 Ejemplo de torre Atirantadas

Fuente: Fotografía propia de la Empresa



Fig.2.20 Modelo de torre auto-soportada

Fuente: Fotografía propia de la Empresa

inducir. El objetivo de EMC es el correcto funcionamiento, en el mismo entorno electromagnético, de los distintos equipos que utilizan los fenómenos electromagnéticos, y la evitación de los posibles efectos de interferencia.

2.3.3 Ethernet

Es la tecnología de red de área local más extendida en la actualidad. Fue diseñado originalmente por Digital, Intel y Xerox. Posteriormente en 1.983, fue formalizada por el IEEE (Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos) como el estándar Ethernet 802.3.

Ethernet/IEEE 802.3, está diseñado de manera que no se puede transmitir más de una información a la vez. El objetivo es que no se pierda ninguna información, y se controla con un sistema conocido como CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection, Detección de Portadora con Acceso Múltiple y Detección de Colisiones), cuyo principio de funcionamiento consiste en que una estación, para transmitir, debe detectar la presencia de una señal portadora y, si existe, comienza a transmitir. Si dos estaciones empiezan a transmitir al mismo tiempo, se produce una colisión y ambas deben repetir la transmisión, para lo cual esperan un tiempo aleatorio antes de repetir, evitando de este modo una nueva colisión, ya que ambas escogerán un tiempo de espera distinto. Este proceso se repite hasta que se reciba confirmación de que la información ha llegado a su destino.

La velocidad de transmisión de datos en esta tecnología:

10 Mbps Ethernet: Especificaciones LAN que operan a 10 Mbps sobre cable coaxial o par trenzado.

100 Mbps Ethernet: Especificación LAN, también conocida como "FAST ETHERNET", que opera a 100 Mbps sobre cable par trenzado.

1000 Mbps Ethernet: Especificación LAN, también conocida como Gigabit Ethernet, que opera a 1000 Mbps (1 Gbps) sobre fibra óptica y cable par trenzado.

2.3.4 ETSI

European Telecommunications Standards Institute (ETSI) o Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones es una organización de estandarización de la industria de las telecomunicaciones (fabricantes de equipos y operadores de redes) de Europa, con proyección mundial. El ETSI ha tenido gran éxito al estandarizar el sistema de telefonía móvil GSM (Sistema Global para las comunicaciones Móviles).

2.3.5 EVA

El Etileno Vinil Acetato o EVA o Goma EVA (uno de los varios nombres comerciales), Es un material plástico liviano y muy poroso en bloques o láminas semiflexibles de muy alta densidad, tiene textura espumosa y flexible. Se designa como EVA (por sus siglas en inglés, Ethylene Vinyl Acetate). También es conocido por su nombre comercial en inglés, Foamy ("espumoso").

La goma EVA se utiliza para diseños y trabajos escolares, industria del calzado, escenografía y teatro, manualidades didácticas y creativas, parques infantiles, etc.

Se puede imprimir, troquelar, cortar y pegar por lo que es muy utilizado en la confección e impresión de objetos publicitarios.

2.3.6 ISM FCC

ISM (Industrial, Scientific and Medical) son bandas reservadas internacionalmente para uso no comercial de radiofrecuencia electromagnética en áreas industrial, científica y médica. En la actualidad estas bandas han sido popularizadas por su uso en comunicaciones WLAN (Wireless Local Area Network: ej. Wi-Fi) o WPAN (Wireless Personal Area Network: ej. Bluetooth).

La Comisión Federal de Comunicaciones (Federal Communications Commission, FCC) es una agencia estatal independiente de Estados Unidos, bajo responsabilidad directa del Congreso. La FCC fue creada en 1934 con la Ley de Comunicaciones y es la encargada de la regulación (incluyendo censura) de telecomunicaciones interestatales e internacionales por radio, televisión, redes inalámbricas, satélite y cable.

2.3.7 LAN

LAN (local area network) son las siglas de Red de área local. Es un grupo de equipos que pertenecen a la misma organización y están conectados dentro de un área geográfica pequeña (como una habitación, un edificio, o un conjunto de edificios) a través de una red, generalmente con la misma tecnología (la más utilizada es Ethernet).

La velocidad de transferencia de datos en una red de área local puede alcanzar hasta 10 Mbps (por ejemplo, en una red Ethernet) y 1 Gbps (por ejemplo Gigabit Ethernet). Una red de área local puede contener 100 o incluso 1000 usuarios.

2.3.8 MIMO

MIMO es el acrónimo en inglés de Multiple-input Multiple-output (en español, Múltiple entrada múltiple salida).

Se refiere específicamente a la forma como son manejadas las ondas de transmisión y recepción en antenas para dispositivos inalámbricos como enrutadores. En el formato de transmisión inalámbrica tradicional la señal se ve afectada por reflexiones, lo que ocasiona degradación o corrupción de la misma y por lo tanto pérdida de datos.

MIMO aprovecha fenómenos físicos como la propagación multicamino para incrementar la tasa de transmisión y reducir la tasa de error. En breves palabras MIMO aumenta la eficiencia espectral de un sistema de comunicación inalámbrica por medio de la utilización del dominio espacial.

Durante los últimos años la tecnología MIMO ha sido aclamada en las comunicaciones inalámbricas ya que aumenta significativamente la tasa de transferencia de información utilizando diferentes canales en la transmisión de datos.

2.3.9 NLOS

Non Line of Sight, abreviado como NLOS, o Sin Línea de Vista, es un término utilizado en comunicaciones mediante radiofrecuencia. Se usa para describir un trayecto parcialmente obstruido entre la ubicación del transmisor de la señal y la ubicación del receptor de la misma. Los obstáculos incluyen árboles, edificios, montañas y otras estructuras u objetos construidos por el hombre u obra de la naturaleza.

2.3.10 OFDM

La Multiplexación por División de Frecuencias Ortogonales, en inglés Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM), es una multiplexación que consiste en enviar un conjunto de ondas portadoras de diferentes frecuencias, donde cada una transporta información.

Debido a las características de esta multiplexación, es capaz de recuperar la información de entre las distintas señales con distintos retardos y amplitudes (fading) que llegan al receptor, por lo que existe la posibilidad de crear redes de radiodifusión de frecuencia única sin que existan problemas de interferencia.

2.3.11 ODU

La ODU (outdoor unit) es un equipo del sistema de enlace que aloja tanto a la radio como a la electrónica de redes. La ODU es suministrada en dos configuraciones: integrado (conectado a la antena) y conectorizado (sin antena). Mayor información en la página 10.

2.3.12 PIDU

Unidad de interiores alimentada (PIDU Plus), para la serie PTP 300/500/600 genera la tensión de alimentación ODU de la red eléctrica (o de una fuente externa de DC) y se inyecta esta tensión de alimentación a la conexión Ethernet 1000BaseT de la ODU. El PIDU Plus se conecta a la ODU y equipos de red utilizando un cable CAT5 estándar con conectores RJ45. Mayor información en la página 16.

2.3.13 Spanning tree

Es un protocolo de red, cuya función es la de gestionar la presencia de bucles en topologías de red debido a la existencia de enlaces redundantes (necesarios en muchos casos para garantizar la disponibilidad de las conexiones). El protocolo permite a los dispositivos de interconexión activar o desactivar automáticamente los enlaces de conexión, de forma que se garantice que la topología está libre de bucles. Es transparente a las estaciones del usuario.

Los bucles infinitos ocurren cuando hay rutas alternativas hacia una misma máquina o segmento de red de destino. Estas rutas alternativas son necesarias para proporcionar redundancia, ofreciendo una mayor fiabilidad. Si existen varios enlaces, en el caso que uno falle, otro enlace puede seguir soportando el tráfico de la red.

2.3.14 TDD

TDD Time Division Duplex, comunicación bidireccional por división en el tiempo, es una

aplicación de time-division multiplexing, modo dúplex en el que cada sentido (bidireccional) ocupa distintos intervalos de tiempo dentro de la misma banda de frecuencia.

2.3.15 Vlan

Una VLAN (acrónimo de Virtual LAN, 'Red de Área Local Virtual') es un método de crear redes lógicamente independientes dentro de una misma red física. Varias VLANs pueden coexistir en un único switch físico o en una única red física. Son útiles para reducir el tamaño del dominio de difusión y ayudan en la administración de la red separando segmentos lógicos de una red de área local (como departamentos de una empresa) que no deberían intercambiar datos usando la red local.

Una VLAN consiste en una red de computadores que se comportan como si estuviesen conectados al mismo switch, aunque pueden estar en realidad conectados físicamente a diferentes segmentos de una red de área local. Los administradores de red configuran las VLANs mediante software en lugar de hardware, lo que las hace extremadamente flexibles. Una de las mayores ventajas de las VLANs surge cuando se traslada físicamente algún computador a otra ubicación: puede permanecer en la misma VLAN sin necesidad de cambiar la configuración IP de la máquina

2.3.16 VSAT

Los sistemas VSAT son las siglas de Terminal de Apertura Muy Pequeña (del inglés, Very Small Aperture Terminal), son redes de comunicación por satélite que permiten el establecimiento de enlaces entre un gran número de estaciones remotas con antenas de pequeño tamaño, con una estación central normalmente llamada Hub.

CAPITULO III METODOLOGÍA PARA LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA

3.1 Alternativas de solución

Analizando el problema de ruptura de Fibra Óptica, se llegó a la conclusión de colocar un enlace de backup entre cada una de la locaciones existentes (pozos de producción) y el campamento principal (Malvinas). Ver anexo C: Plano de la red de fibra óptica actual.

Las alternativas de la solución al problema fueron 3:

- Nuevo tendido de fibra óptica.
- Alquiler de un enlace satelital.
- Enlace inalámbrico.

3.1.1 Nuevo tendido de Fibra Óptica:

El tendido de Fibra Óptica utilizando una trayectoria diferente, desde la ubicación de cada locación (5 pozos de producción) hasta el Campamento Malvinas; esta nueva red de fibra óptica se conecta a la red del Delta V para que trabaje automáticamente en una posible ruptura de la antigua fibra óptica. Ver anexo C: Plano del nuevo tendido de fibra óptica

Las ventajas y desventajas a continuación:

Ventajas:

- Ancho de banda es alto (10Gbps)
- La fibra óptica al estar enterrada, no está expuesta al calor y lluvia.
- El costo de mantenimiento es bajo, se dá solo en caso haya una ruptura ó cuando el equipo conversor de fibra a Ethernet esté malogrado.
- El tiempo de latencia es mínimo (1-20mseg).

Desventajas:

- Se tendría que comprar un promedio de 40Km de fibra óptica por locación (5 pozos). Ver tabla 3.1
- La fibra óptica tiene que ir enterrada en todo el tramo, lo que implica trabajo de obra civil de zanjado y enterrado.

3.1.2 Alquiler de un enlace Satelital:

El alquiler de un enlace Satelital para cada locación (5), se utilizaría un enlace Punto – Multipunto tipo Estrella. Esta red VSAT se conecta a la red del Delta V para que trabaje automáticamente en una posible ruptura de fibra óptica. Ver anexo C: Plano de la Red VSAT.

Las ventajas y desventajas a continuación:

Ventajas:

- La instalación es fácil y rápida en lugares de difícil acceso, solo se requiere línea de vista con el satélite.
- Cobertura global.

Desventajas:

- Costo de instalación y alquiler mensual es alto de acuerdo al ancho de banda que se solicita. Ver tabla 3.2
- En épocas de lluvias la velocidad de transmisión baja (50% en promedio).
- Tiempo de latencia es alto (1000-2000mseg).
- Es sensible a interferencias solares (la radiación que produce el sol registrada en la antena receptora).

3.1.3 Enlace Inalámbrico:

La instalación de equipos inalámbricos de largo alcance ubicados en todas las locaciones (5), se utilizaría enlaces Punto – Punto. Este enlace punto a punto se conecta a la red del Delta V para que trabaje automáticamente en una posible ruptura de fibra óptica. Ver anexo C: Plano de la Red Inalámbrica.

Entre las ventajas y desventajas tenemos:

Ventajas:

- Ancho de banda en el rango de 150-300Mbps.
- Fácil configuración.
- Los costos de los equipos se recuperan a corto plazo. Según la tabla 3.3, el costo de los radio-enlaces es S/. 277,000.00. Según la tabla 3.2, el costo del alquiler de los enlaces VSAT es S/. 41,550.00, por lo tanto en 7 meses aprox. se recupera la inversión de los equipos.
- El tiempo de latencia es bajo (20-40mseg).

Desventajas:

- En épocas de lluvia baja la velocidad de transmisión.
- Instalación en lugares altos, requiere línea de vista entre equipos.
- Sensibles a las descargas atmosféricas, requiere un sistema de pozos a tierra.
- Requiere de un sistema de energía autónoma (paneles solares)

3.2 Solución del problema

Para elección de la solución final, se tomó en cuenta los siguientes factores:

- Ancho de banda aceptable.
- Tiempo de latencia aceptable.
- Costo del servicio y mantenimiento, ver tablas 3.1, 3.2 y 3.3
- Aprovechar cada estructura construida (ej. torres de telecomunicaciones).

Tabla N° 3.1: Costo del nuevo tendido de fibra óptica
 Fuente: Elaboración propia

ITEM	DESCRIPCION	PRECIO (incl. IGV)	CANTIDAD	PRECIO TOTAL (incl. IGV)
Tendido de fibra óptica	Fibra monomodo de 12 hilos x 40 Km	S/. 332,400.00		
	Obra civil de zanjado y enterrado	S/. 554,000.00		
	Gabinete para llegada la fibra	S/. 6,925.00		
	Accesorios para terminación de fibra en gabinete	S/. 5,540.00		
	Precio total	S/. 898,865.00		
Costo total del proyecto			5	S/. 4`494,325.00
				S/. 4`494,325.00

Tabla N° 3.2: Costo del alquiler mensual de los enlaces VSAT
Fuente: Elaboración propia

ITEM	DESCRIPCION	PRECIO (incl. IGV)	CANTIDAD	PRECIO TOTAL (incl. IGV)
Loza de cemento	Construcción de loza de cemento 2 x 2 m2			
	Precio total	S/. 2,770.00	5	S/. 13,850.00
Sistema de Pozos a Tierra	Construcción de pozo a tierra (incluye obra civil, cables, varillas, Thor Gel, conexionado)	S/. 554,00		
	Precio total (15 pozos a tierra)	S/. 8,310.00	5	S/. 41,550.00
Sistemas VSAT	Alquiler mensual de Enlaces VSAT 512 Kbps			
	Precio total	S/. 8,310.00	5	S/. 41,550.00
Costo inicial del proyecto				S/. 96,950.00
Costo mensual del proyecto				S/. 41,550.00

Tabla N° 3.3: Costo del enlace inalámbrico

Fuente: Elaboración propia

ITEM	DESCRIPCION	PRECIO (incl. IGV)	CANTIDAD	PRECIO TOTAL (incl. IGV)
Sistema de Energía	Cable de cobre numero 10 de 3 hilos x 1000m	S/. 5,540.00		
	Obra civil de zanjado y enterrado	S/. 13,850.00		
	Instalación de paneles solares (incluye 2 paneles solares, controlador de voltaje, cables, estructura de aluminio, 2 baterías)	S/. 5,540.00		
	Precio total	S/. 24,930.00	6	S/. 149,580.00
Sistema de Pozos a Tierra	Construcción de pozo a tierra (incluye obra civil, cables, varillas, Thor Gel, conexionado)	S/. 554,00		
	Precio total (15 pozos a tierra)	S/. 8,310.00	6	S/. 49,860.00
Torre de Comunicación	Instalación de torre (incluye obra civil, estructura, luz de balizaje, instalación de pararrayos, pintado, colocación de banderillas en los vientos, materiales para las bases, accesorios).			
	Precio total	S/. 138,500.00	6	S/. 831,000.00
Radio enlace Motorola PTP 600	Instalación de los equipos en la torre (Incluye los equipos, instalación, cables, pruebas de enlace, capacitación)			
	Precio total	S/. 34,625.00	8	S/. 277,000.00
Tendido de fibra óptica	El tendido de fibra óptica de hará aprovechando el zanjado para enterrar el cable de energía, fibra monomodo 12 hilos x 1000m			
	Precio total	S/. 8,310.00	6	S/. 49,860.00
Costo total del proyecto				S/. 1'357,300.00

Las torres al estar ubicadas en una zona estratégica, se pueden utilizar para brindar otros tipos de servicios como por ejemplo: instalación de repetidoras de handie talkie, cámaras de circuito cerrado, etc. que pueden ser de ayuda para la operación.

Con lo mencionado anteriormente, la opción: “Enlace Inalámbrico”, es la más rentable, además que la transmisión de datos es alta comparado con el sistema VSAT.

3.2.1 Enlace Inalámbrico punto a punto

El inicio de la implementación de esta solución, dependerá del estudio de campo para la ubicación de las torres de Telecomunicaciones y de los permisos de las Comunidades Nativas para poder instalarlas.

Esta solución se efectuará en 7 etapas:

- a.- Etapa de estudio de gabinete
- b.- Etapa de estudio de campo
- c.- Etapa de implementación de infraestructura
- d.- Etapa de implementación del radio enlace
- e.- Etapa pruebas
- f.- Etapa de interconexión con la red corporativa
- g.- Entrega del servicio

a).- Etapa de Estudio de Gabinete

Ubicación de las coordenadas

De acuerdo a la ubicación de los pozos, mediante la herramienta de google: “Google Earth”, seleccionamos varios puntos, al rededor de 1Km. de los pozos. Ver figura 3.1.

Usamos la herramienta de Motorola: “Link Estimator”, en el cual podemos hallar el perfil topográfico de la ruta de enlace entre dos puntos con solo darle las 2 coordenadas (geográficas).

Esta herramienta permite además variar el tamaño de las torres de telecomunicaciones, variar el tamaño de los obstáculos y nos ofrece valores aproximados de la señal de llegada. Ver figura 3.2.

Analizado estas 2 herramientas, logramos optimizar los enlaces en las siguientes coordenadas, ver tabla 3.1.

Elección de los equipos de enlace

La carga principal es la red del Delta V, que trabaja en un enlace de 10/100Mb, además consideraremos los servicios adicionales de 2 anexos (20Kb) y una pc de la red corporativa que trabaja en un enlace de 10/100Mb.

Por lo tanto, lo que se requiere es implementar un radio enlace de 30Mb entre las locaciones, ver figura 3.4:

- Malvinas - Pagoreni B
- San Martin2 – Cashiriari 1



Fig.3.1 Locación de Pagoreni B, se observa un posible punto para la ubicación final de la torre.

Fuente: Google Earth: Elaboración propia

- Cashiriari 1 – Cashiriari 3
- Pagoreni A – Pagoreni B

En el mercado existen muchas marcas y modelos de equipos de enlace inalámbrico, como Hyperlink, Linksys, etc. Los equipos que soportan tecnología de banda ancha son de la Marca Motorola PTP 58600.

Requerimiento de la infraestructura

Sistema de Energía

La energía eléctrica proviene de los generadores que se encuentran en los pozos, para lo cual se tiende un cable eléctrico (número 10 de 3hilos) de aproximadamente 800m. esto será provisto por la Empresa Pluspetrol.

La entrada AC deberá contar con elementos de protección, tales como transformador de

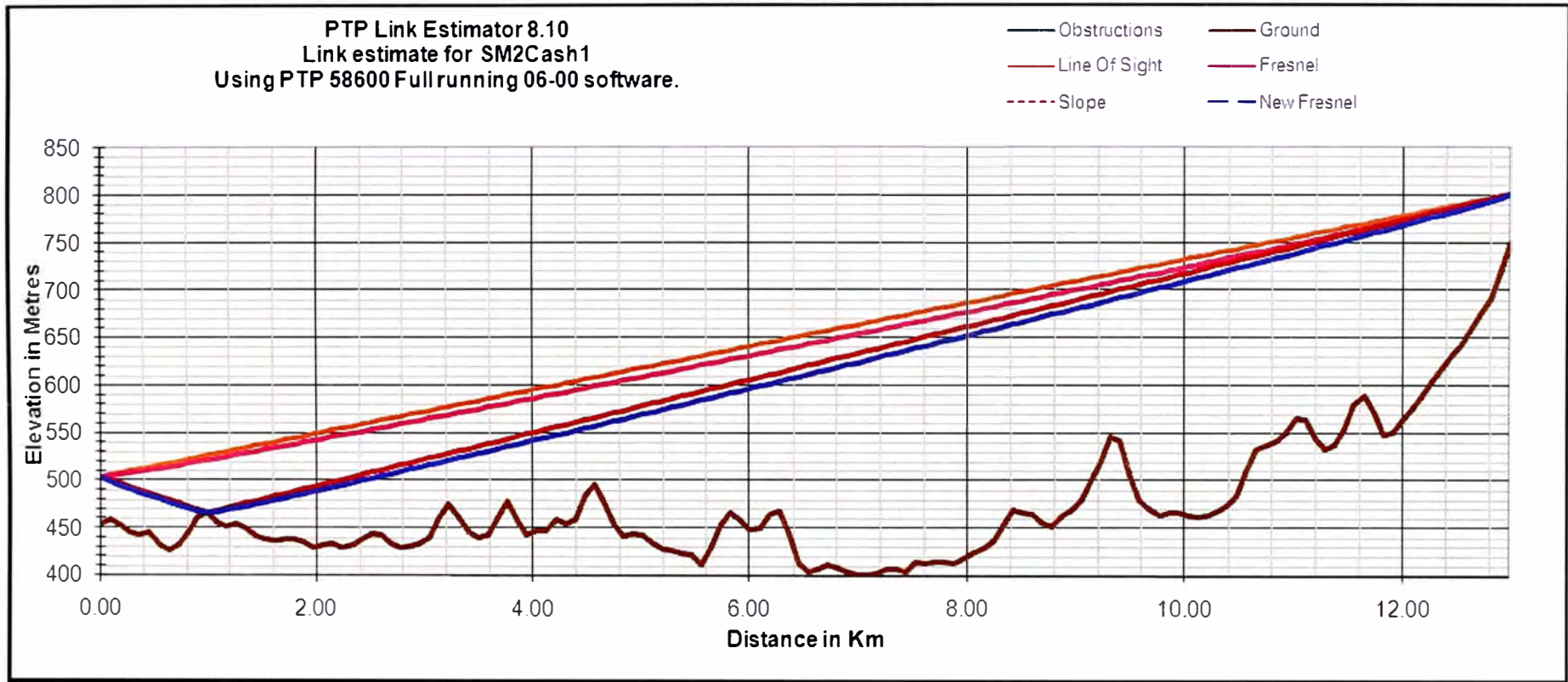


Fig 3.2 Ejemplo de diagrama topográfico usando "Link Estimator"

Fuente: Tablas del link estimator, elaboración propia

Tabla N° 3.1: Coordenadas optimas para colocar las torres

Fuente: Tablas del link estimator, elaboración propia

Estación	Latitud	Longitud	Altitud
Malvinas	11°50'26.8" S	72°56'58.32"W	371 m
Pagoreni B	11°41'28.45"S	72°56'48.94"W	483 m
Pagoreni A	11° 42'59.8"S	72° 54'10.2"W	418 m
Cashiriari 1	11° 52'42.9"S	72° 44' 6.57"W	750 m
Cashiriari 3	11°52'55"S	72° 38'53"W	762 m
San Martin 2	11°46'14"S	72°46'50"W	460 m

aislamiento, llave termo-magnética y protector dual contra descargas electromagnéticas.

Como respaldo se colocará un sistema de Paneles Solares marca Kyocera de 85W, que deberá tener autonomía de dos (2) días empleando baterías libre de mantenimiento y controladores marca Steca Tarom de 24 voltios. Los paneles solares deberán estar instalados sobre estructuras de soporte de Aluminio anodizado.

La entrada DC deberá contar con elementos de protección como llave termo-magnética y protector dual contra descargas electromagnéticas.

Sistema de Pozos de Tierra

Las descargas atmosféricas continuas que hay por la zona obligan a colocar pozos de tierra como protección de los equipos.

Para ello, se deberá construir un sistema enmallado de pozos de tierra (15 pozos) para el pararrayos y para los equipos de comunicación. Estos deberán ser realizados con gel ecológico (Thor Gel), contruidos con electrodos de cobre electrolítico de 5/8" diámetro x 2.40 m de largo y medir menos de 5 ohmios. Todas las conexiones son realizadas con soldadura exotérmica. Cada electrodo de cobre electrolítico deberá contar con su caja de registro de concreto preformado y estar correctamente identificada

Torre de Comunicación

La torre será del tipo arriestrada, sección triangular, diseñada para la condición más desfavorable. Todos los componentes y elementos de conexión deben ser galvanizados en caliente, permitiendo una inspección permanente de todas sus partes y el mantenimiento de todas sus superficies. Un lado de la torre debe brindar facilidades para el ascenso del personal torrero. Considerar un estabilizador anti-rotacional. Los arriostres deben ser cables de acero tipo retenida y contar con los templadores, grampas, grilletes y guarda-cables respectivos. Debido a los desniveles de la ubicación de la torre considerar un 40% de longitud adicional para los vientos. Para la señalización de los arriostres se deberá emplear banderolas de lona.

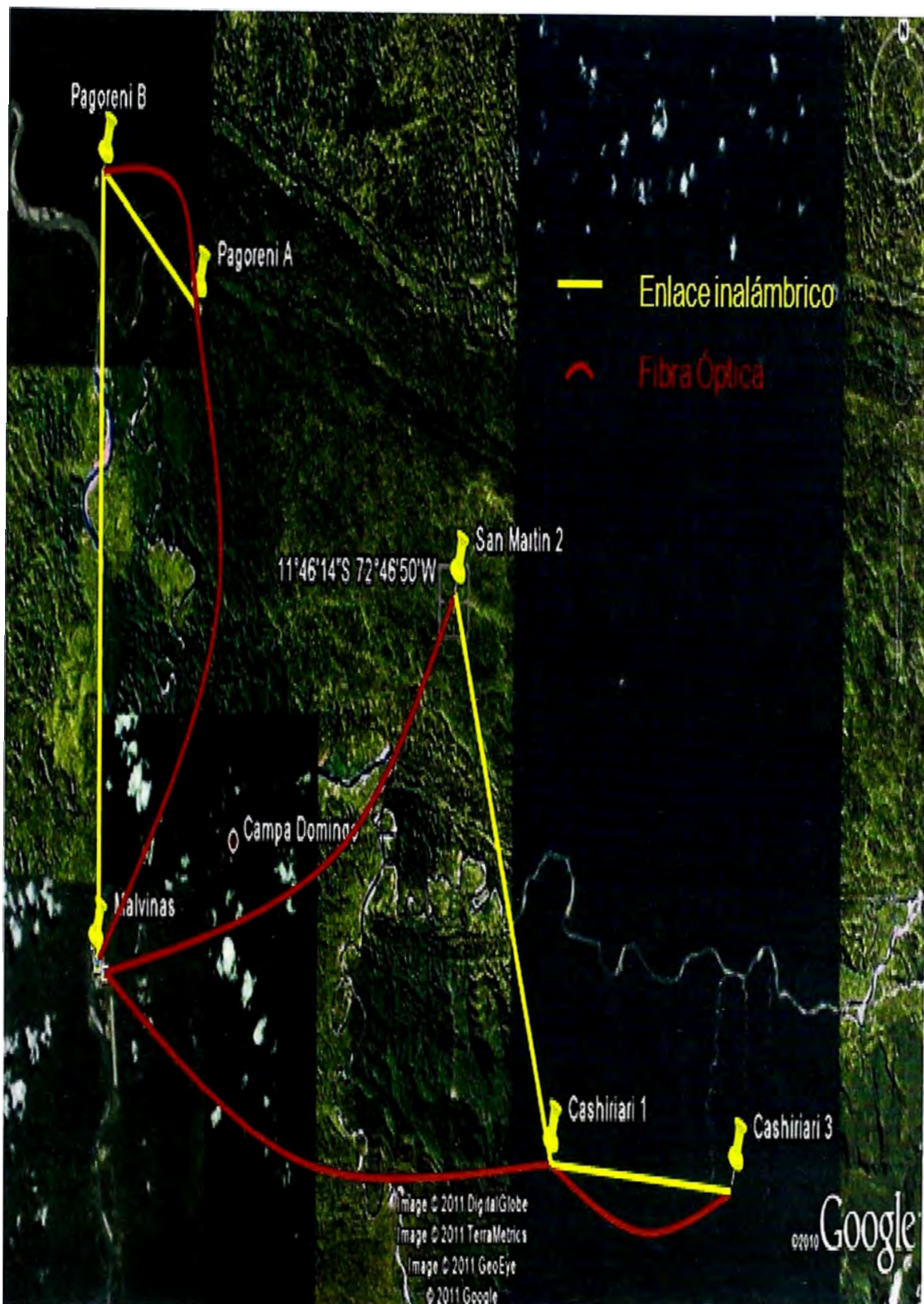


Fig.3.4 Distribución de la fibra óptica y el enlace inalámbrico de respaldo entre los pozos y el campamento Malvinas

Fuente: Google Earth: Elaboración propia

Proporcionar luces de balizajes a dos niveles, 40 m y 60 m, controlados por fotocelda y alimentados empleando cables vulcanizados. Considerar las balizas y portabalizas y focos de elemento reforzado.

Para propósitos de seguridad la torre deberá contar con una línea de vida vertical construida con cable de acero de 3/8" diámetro y templadores respectivos.

La torre debe tener al menos una base de pintura anti-corrosivo y dos manos de acabado epóxico con colores regulados por la aeronáutica civil.

Sistema de Pararrayos

El pararrayos a emplear será un captor marca Trazor, modelo T-PDC/10. Las uniones al soporte y cable de bajada son de bronce.

El cable de bajada, cobre desnudo de ϕ 2/0, se sujeta a la torre empleando abrazaderas con aisladores de cerámica tipo carrete

Interconexión del cable de bajada al circuito de tierra en el Sistema de Pozos a Tierra.

Obras civiles complementarias

El servicio incluye la construcción de una base y seis dados para zapatas de anclaje, el diseño y la construcción será realizado por la empresa contratista.

Para la construcción de la base se ha considerado cemento, piedra chancada, arena gruesa, arena fina y varillas de fierro de construcción.

La limpieza y desbroce inicial del área lo proveerá la Empresa Pluspetrol, a través del área de servicios generales.

b).- Etapa de Estudio de Campo

Acompañados de un representante del área de construcciones, del área de arqueología y del área de comunidades nativas de la empresa, verificamos que los puntos elegidos no tengan problemas de interferencia en trabajos futuros ni tenga problemas con la comunidad cercanas.

Verificamos que las coordenadas son las correctas, mediante un equipo GPS, observamos que la zona sea plana aproximadamente 20x20 m² (para poder instalar la torre y una pequeña caseta donde estarán guardadas los equipos de enlace) y que tenga línea de vista con las otras locaciones.

c).- Etapa de Implementación de Infraestructura

Antes de iniciar con la implementación, se deberá coordinar con las Comunidades Nativas cercanas acerca del uso del área, para la construcción de la torre, una vez aprobado, se procederá al desbroce y limpieza del área (20x20m² aprox.).

El ingreso del personal contratista a la Empresa Pluspetrol deberá ser calificado (5 años de experiencia) y habilitado (vacunas, seguros, charlas de seguridad, etc.) por la supervisión de Seguridad y Medio Ambiente así como del área de Telecomunicaciones.

Construcción de las lozas

Inicialmente la supervisión del área de telecomunicaciones acompañara al personal contratista que construirá las lozas para indicar el lugar exacto, según las coordenadas.

El personal contratista deberá construir las lozas de acuerdo a las bases del concurso. Ver figura 3.5 y figura 3.6.

Instalación de la Torre de Telecomunicaciones

La empresa contratista deberá tener amplia experiencia en instalaciones de torres. El personal encargado de levantar la estructura de la torre deberá tener una experiencia mínima de cinco años certificada por el proveedor del servicio, deberá contar además con todos los elementos de protección requeridos para la correcta ejecución del trabajo como botines de Seguridad con punta de acero, arnés, casco, anteojos, etc.

El personal contratista deberá entregar un cronograma de tareas, tomando en cuenta días perdidos por la lluvia y traslado a locaciones remotas, deberá adjuntar los procedimientos de la instalación de la estructura de la torre.

Los materiales (estructuras y accesorios) serán dejados por helicópteros en zonas cercanas al punto de construcción y serán trasladados por el personal contratista hacia la ubicación final.

Los avances serán reportados diariamente a la supervisión, debiendo estos viajar hacia la zona para verificar el avance de los trabajos, estas instalaciones deben terminar tal como indica las bases. Ver figura 3.7.



Fig.3.5 Construcción de Soporte para Torre

Fuente: Fotografía propia de la Empresa – Cashiriari 3

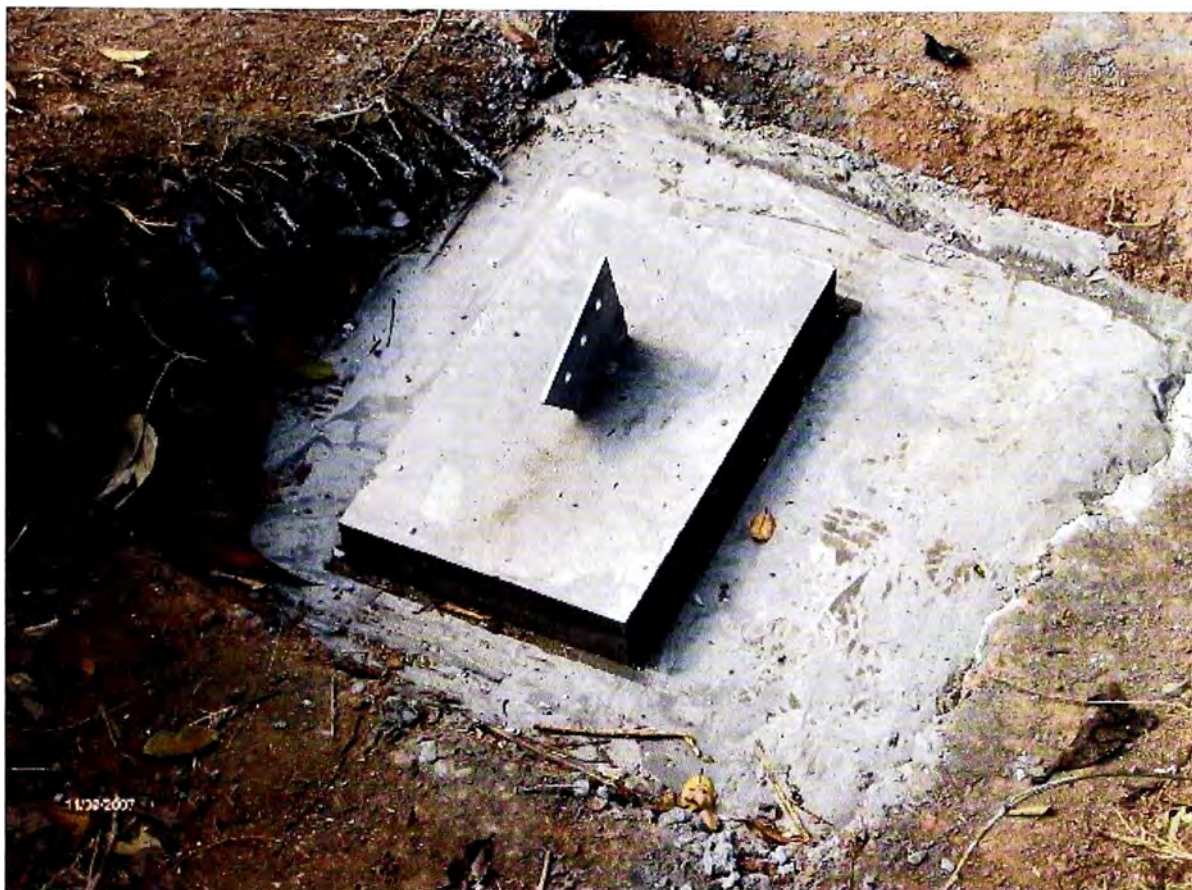


Fig.3.6 Construcción Anclaje para torre

Fuente: Fotografía propia de la Empresa – Cashiriari 3

Sistema de Pozos a Tierra

El personal encargado de realizar los pozos a tierra deberá tener una experiencia mínima de cinco años certificada por el proveedor del servicio, deberá contar además con todos los elementos de protección requeridos para la correcta ejecución del trabajo como botines de Seguridad con punta de acero, casco, anteojos, etc.

El personal contratista deberá entregar un cronograma de tareas, tomando en cuenta días perdidos por la lluvia y traslado a locaciones remotas, deberá adjuntar los procedimientos de la construcción de pozos a tierra.

Los materiales (Thor Gel y varillas) serán dejados por helicópteros en zonas cercanas al punto de construcción y serán trasladados por el personal contratista hacia la ubicación final.

Los avances serán reportados diariamente a la supervisión, debiendo estos viajar hacia la zona para verificar el avance de los trabajos, estas instalaciones deben terminar tal como indica las bases.

Sistema de Pararrayos

El personal encargado de realizar el Sistema de Pararrayos deberá tener una experiencia mínima de cinco años certificada por el proveedor del servicio.

Deberá contar además con todos los elementos de protección requeridos para la correcta



Fig.3.7 Instalación de Torre de Telecomunicaciones

Fuente: Fotografía propia de la Empresa

ejecución del trabajo como botines de Seguridad con punta de acero, arnés, casco, anteojos, etc.

El personal contratista deberá entregar un cronograma de tareas, tomando en cuenta días perdidos por la lluvia y traslado a locaciones remotas, deberá adjuntar los procedimientos de la instalación del pararrayos.

Los materiales (cable de cobre y pararrayos) serán dejados por helicópteros en zonas cercanas al punto de construcción y serán trasladados por el personal contratista hacia la ubicación final.

Los avances serán reportados diariamente a la supervisión, debiendo estos viajar hacia la zona para verificar el avance de los trabajos.

Sistema de Energía

La alimentación eléctrica (220v) para el funcionamiento de los equipos será provisto por la Empresa Pluspetrol, para ello se deberá enterrar un cable eléctrico de 3 hilos con aislamiento, desde el campamento hasta la ubicación de la torre. En cada extremo habrá un transformador de aislamiento como parte de la protección contra descargas eléctricas.

El personal encargado de realizar el Sistema de Respaldo mediante paneles solares deberá tener una experiencia mínima de cinco años certificada por el proveedor del servicio, además deberá contar con todos los elementos de protección requeridos para la correcta ejecución del trabajo como botines de Seguridad con punta de acero, casco, anteojos, etc.

El personal contratista deberá entregar un cronograma de tareas, tomando en cuenta días perdidos por la lluvia y traslado a locaciones remotas.

Los materiales (paneles solares, baterías, Tarom, cable de cobre y pararrayos) serán dejados por helicópteros en zonas cercanas al punto de construcción y serán trasladados por el personal contratista hacia la ubicación final.

Los avances serán reportados diariamente a la supervisión, debiendo estos viajar hacia la zona para verificar el avance de los trabajos, estas instalaciones deben terminar tal como indica las bases. Ver figura 3.8.

d).- Etapa de Implementación del Radio Enlace

El personal encargado de realizar la Implementación del Radio Enlace deberá tener una experiencia mínima de cinco años certificada por el proveedor del servicio, deberá contar además con todos los elementos de protección requeridos para la correcta ejecución del trabajo como botines de Seguridad con punta de acero, arnés, casco, anteojos, etc.

El personal contratista deberá entregar un cronograma de tareas, tomando en cuenta días perdidos por la lluvia y traslado a locaciones remotas, deberá adjuntar los procedimientos de la instalación de los Radio Enlaces.

El traslado de los equipos de Radio Enlace hacia las locaciones remotas deberá ser con mucho cuidado, ya que son equipos delicados, se recomienda que sea llevado por el personal contratista como parte de su equipaje de mano.



Fig.3.8 Instalación de Paneles Solares

Fuente: Fotografía propia de la Empresa

Los avances serán reportados diariamente a la supervisión, debiendo estos viajar hacia la zona para verificar el avance de los trabajos, estas instalaciones deben terminar tal como indica las bases. Ver figura 3.9 y figura 3.10.

e).- Etapa pruebas

Al término de la instalación de los Radio Enlaces, viene la parte del apuntamiento de los equipos, es decir, obtener la máxima señal de recepción de parte del equipo contrario.

Para esto el personal contratista que ya tiene amplia experiencia en estos casos, puede utilizar varios métodos para lograr la interconexión de los equipos.

En este caso se empleará el método de las coordenadas, mediante un GPS y una brújula se logra el apuntamiento casi preciso, con un pequeño margen de error.

Para corregir este pequeño margen de error, se usa la interface gráfica de cada equipo (entorno web), y ajustamos ligeramente la antena hasta que aparezca la máxima potencia recibida. En la figura 3.11 se observa un “0” como potencia inicial recibida.

Se hará las pruebas de transmisión de datos, para esto se colocará 1 laptop en cada extremo del enlace. Luego de las configuraciones de red (tcp/ip), se procederá a pasar archivos grandes entre estas 2 laptops para ver el tiempo de transferencia. Ver figura 3.13.



Fig.3.9 Apuntamiento de la Antena
Fuente: Fotografía propia de la Empresa



Fig.3.10 Instalación de la Antena

Fuente: Fotografía propia de la Empresa

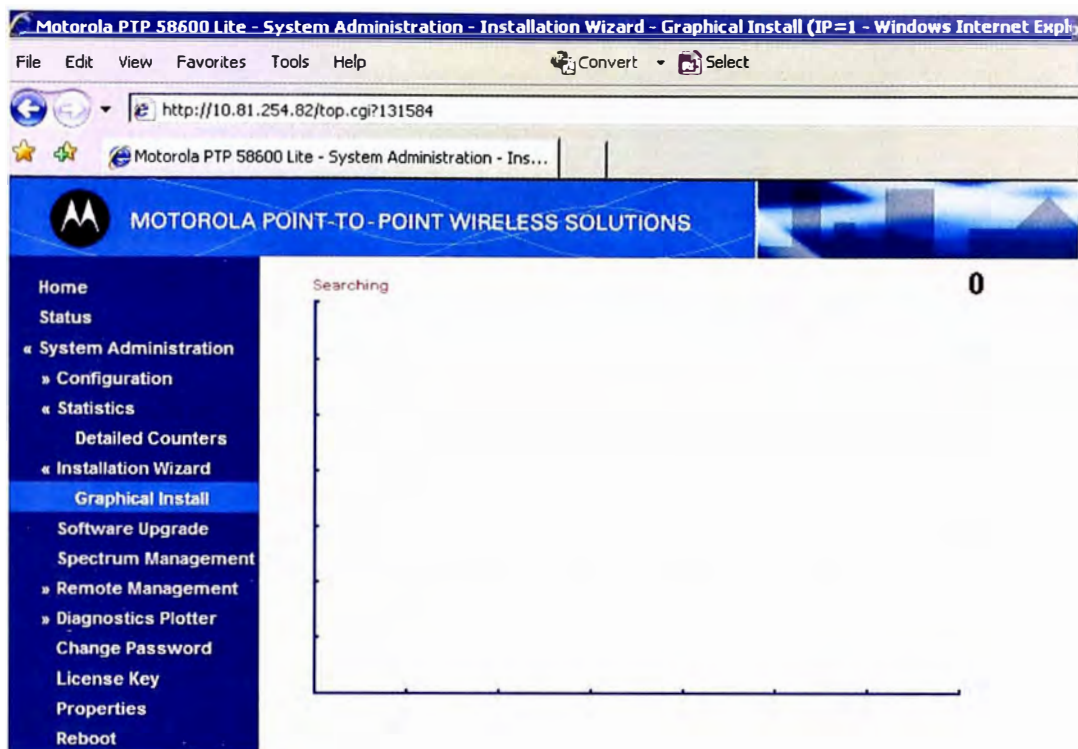


Fig.3.11 Potencia recibida inicialmente por la Antena opuesta

Fuente: Fotografía propia de la Empresa

Después de un ligero movimiento se logra el enlace y se observa “33” como señal recibida.

Ver figura 3.12.

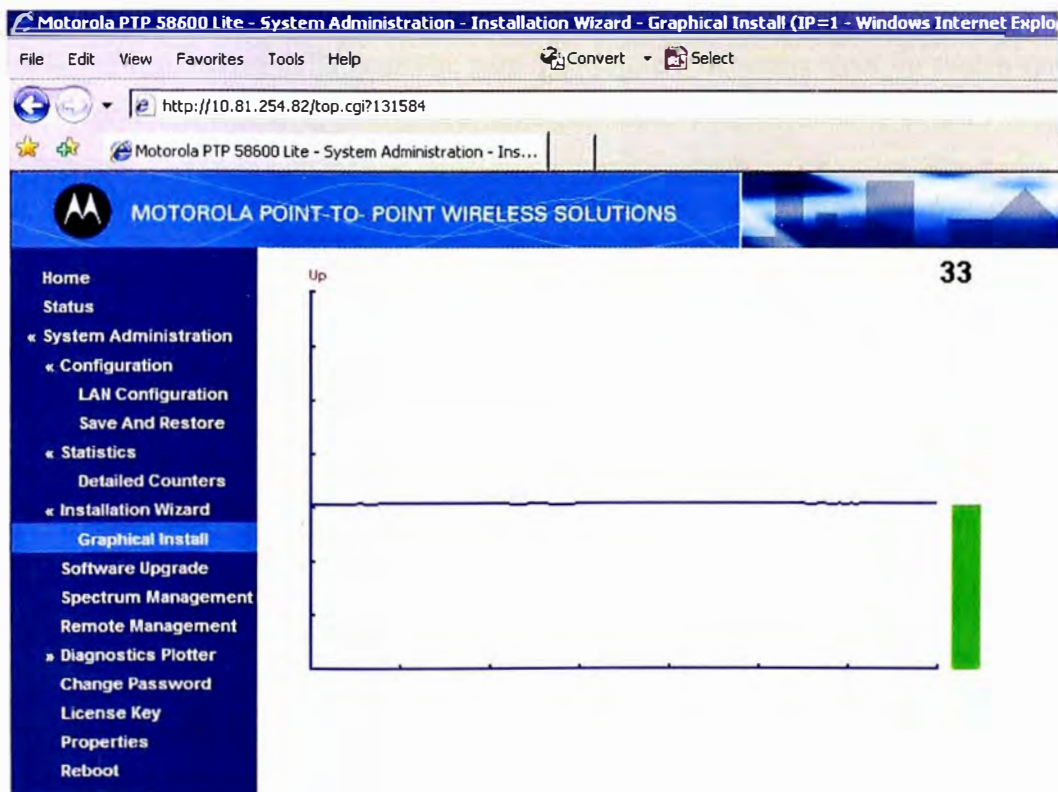


Fig.3.12 Potencia recibida finalmente por la Antena opuesta

Fuente: Fotografía propia de la Empresa



Fig.3.13 Puerto de conexión para las laptops

Fuente: Fotografía propia de la Empresa

f).- Etapa de interconexión con la red corporativa

Al comprobar la transmisión de datos, se procederá a conectar estos equipos de radio enlaces a la red corporativa de la empresa, para esto primero debemos tener un switch (productos Cisco) que soporte protocolo spanning-tree. Este protocolo permite tener 2 enlaces simultáneos entre 2 dispositivos, cuando uno falla el otro entra automáticamente a funcionar. Ver figura 3.14.

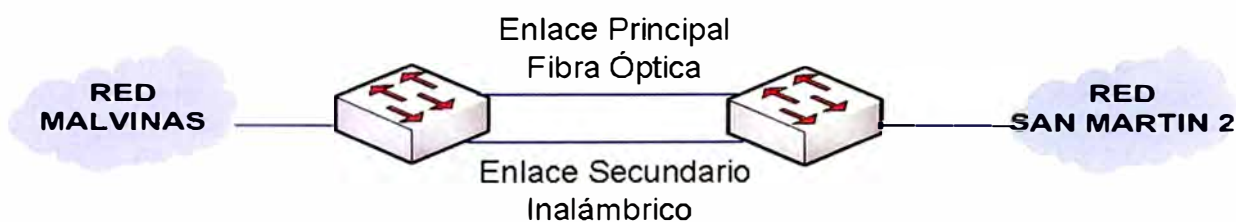


Fig.3.14 Esquema del enlace principal y secundario entre Malvinas y los pozos de producción

Fuente: Elaboración propia

g).- Entrega del servicio

El contratista entregará el servicio (radio-enlace) tal y como las bases lo indican, con los parámetros establecidos inicialmente en este proyecto. La empresa Pluspetrol se tomará la libertad de hacer todas las pruebas necesarias con los servicios de voz y data entre Malvinas y los pozos de producción. Es decir, se probará la red de producción de los pozos (Delta V), la red corporativa y la red de telefonía, todo esto a través del enlace inalámbrico.

3.3. Recursos humanos y equipamiento

3.3.1 Recursos Humanos

El personal encargado de realizar los trabajos de Implementación de Infraestructura y la Instalación de los Radio Enlaces deberá ser calificado (5 años de experiencia) y certificado por el proveedor del servicio.

Deberá estar habilitado para el ingreso a las locaciones remotas, para esto tiene que haber llevado charlas de seguridad, de medio ambiente, curso de inducción, curso de primeros auxilios, curso de trabajos en altura y haber pasado el examen médico obligatorio.

Debido a condiciones del trabajo se recomienda que el personal tenga experiencia laborando en condiciones de aislamiento, ya que puede sufrir de estrés, cuadro de depresión y angustia, por tal motivo el personal no deberá permanecer más de 20 días seguido.

Deberá contar además con todos los elementos de protección requeridos para la correcta ejecución del trabajo como botines de Seguridad con punta de acero, casco, arnés, anteojos, etc.

El personal contratista que ingrese al campo deberá contar con mínimo dos juegos de ropa de trabajo de algodón para su personal (pantalón, camisa o polo de manga larga con el logotipo de la Contratista estampado y que incluya nombre de la persona y grupo sanguíneo).

El supervisor de campo podrá solicitar cambio de personal por razones técnicas o por no cumplir las normas de seguridad y comportamiento de la Empresa Pluspetrol.

3.3.2 Equipamiento

La elección de la infraestructura y de los equipos de radio enlace se definen a en la “Etapa de Estudio de Gabinete”.

El traslado de los materiales, infraestructura y herramientas de trabajo desde Lima hacia la Planta de Gas se enviarán vía fluvial, los equipos de Radio Enlace por ser delicados se transportarán junto con el personal contratista por avión como equipaje personal.

CAPITULO IV ANALISIS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1 Análisis descriptivo (y estadístico, si procede) de la información relativa a las variables de estudio

La ubicación de las torres de telecomunicaciones debe ser la adecuada, para poder tener la mejor línea de vista y el máximo aprovechamiento de la señal de enlace.

La señal de los equipos deberá tener la suficiente potencia para poder enlazarse con el ancho de banda estimada.

4.2. Análisis teórico de los datos y resultados obtenidos en relación con las bases teóricas de la investigación (reajuste de modelos interpretativos, si fuesen necesarios).

Mediante la herramienta de Google “Google Earth”, se puede ver teóricamente la ubicación de las zonas más altas alrededor de los pozos.

Mediante la herramienta de Motorola “Link Estimator”, se puede hacer pruebas de enlace teóricas, ubicando el mejor la mejor línea de vista entre 2 puntos.

De estas 2 herramientas obtenemos las coordenadas geográficas donde se ubicarán las torres de telecomunicaciones.

Estos resultados se tienen que verificar en campo, para eso sobrevolamos la zona en helicóptero para ver la línea de vista, la dificultad de acceso a dicho punto, etc., tenemos que llegar a la zona referida con nuestros equipos de medición de coordenadas (GPS) y tomamos datos de la zona.

La tecnología actual es tan precisa que la diferencia entre las coordenadas teóricas y reales son alrededor de los 10m.

4.3. Análisis de la asociación de variables y resumen de las apreciaciones relevantes que produce (causas y efectos).

Las variables que pueden disminuir la velocidad de transmisión del enlace son: la lluvia que ocasiona pérdidas de atenuación en la señal, el calor que puede bloquear a los equipos, el viento que genera movimiento a las torres pudiendo variar el apuntamiento entre estos equipos.

4.4. Presupuesto y tiempo de ejecución.

Tipo de cambio 1 dólar \diamond S/. 2.77

4.4.1 Sistema de Energía:

- Cable de cobre #10 de 3 hilos x 1000m: 2000 dólares. \diamond S/. 5,540.00

ITEM	DESCRIPCION	PRECIO (incl. IGV)	CANTIDAD	PRECIO TOTAL (incl. IGV)
Sistema de Energía	Cable de cobre numero 10 de 3 hilos x 1000m	S/. 5,540.00		
	Obra civil de zanjado y enterrado	S/. 13,850.00		
	Instalación de paneles solares (incluye 2 paneles solares, controlador de voltaje, cables, estructura de aluminio, 2 baterías)	S/. 5,540.00		
	Precio total	S/. 24,930.00	6	S/. 149,580.00
Sistema de Pozos a Tierra	Construcción de pozo a tierra (incluye obra civil, cables, varillas, Thor Gel, conexionado)	S/. 554,00		
	Precio total (15 pozos a tierra)	S/. 8,310.00	6	S/. 49,860.00
Torre de Comunicación	Instalación de torre (incluye obra civil, estructura, luz de balizaje, instalación de pararrayos, pintado, colocación de banderillas en los vientos, materiales para las bases, accesorios).			
	Precio total	S/. 138,500.00	6	S/. 831,000.00
Radio enlace Motorola PTP 600	Instalación de los equipos en la torre (Incluye los equipos, instalación, cables, pruebas de enlace, capacitación)			
	Precio total	S/. 34,625.00	8	S/. 277,000.00
Tendido de fibra óptica	El tendido de fibra óptica de hará aprovechando el zanjado para enterrar el cable de energía, fibra monomodo 12 hilos x 1000m			
	Precio total	S/. 8,310.00	6	S/. 49,860.00
Costo total del proyecto				S/. 1'357,300.00

Tabla N° 4.2: Tiempo estimado de ejecución del proyecto

Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES:

- ❖ Ante una ruptura de fibra óptica, el enlace inalámbrico se activa automáticamente en forma instantánea.
- ❖ La velocidad de transmisión de datos del enlace inalámbrico disminuye (50%) con respecto a la velocidad de la fibra.
- ❖ La velocidad de transmisión de datos del enlace inalámbrico disminuye con la lluvia (50%).
- ❖ Las coordenadas para la ubicación de las torres halladas mediante la herramienta Google Earth resultó muy precisa.

RECOMENDACIONES:

- ❖ Antes de instalar los equipos de radio enlace y sus periféricos, se deberá primero instalar la protección contra descargas eléctricas.
- ❖ Los pozos de tierra deberán medir menos de 5 Ohmios, para poner en funcionamiento los equipos de radio enlace.
- ❖ Supervisar los trabajos de instalación diariamente, para asegurarse que se cumpla con las bases técnicas dadas al inicio del concurso.
- ❖ Asegurarse que las torres tengan las luces de balizaje, para evitar accidentes con los helicópteros.
- ❖ El personal contratista debe tener experiencia demostrada.

ANEXOS

ANEXO A: Herramienta Google Earth

La herramienta “Google Earth”, es un buen aliado para ver los posibles puntos donde estarán ubicados la torre, se procede a ver los lugares más altos (en un radio de 1Km.) a partir de la ubicación de los pozos.



Fig.4.1 Ubicación de la torre de Pagoreni B.

Fuente: Google Earth: Elaboración propia



Fig.4.2 Ubicación de la torre de Pagoreni A.

Fuente: Google Earth: Elaboración propia

ANEXO B: Herramienta Link Estimator

La herramienta de Motorola: “Link Estimator”, nos da el perfil topográfico de 2 puntos, nos indica además los posibles valores de la señal de llegada.

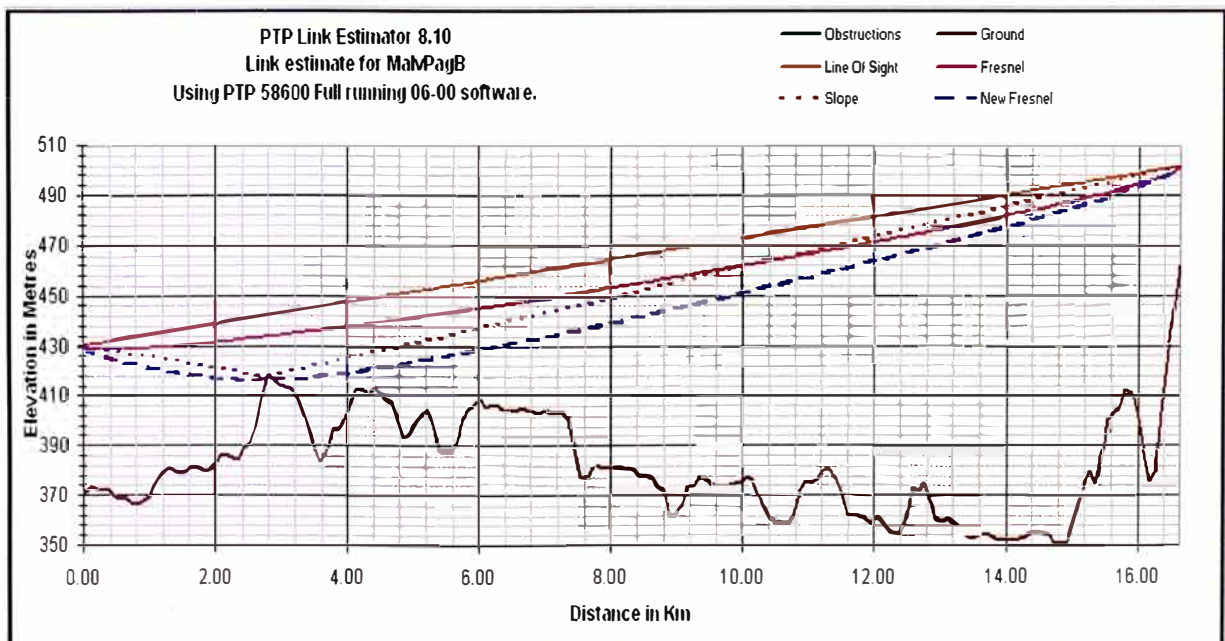


Fig.4.3 El perfil topográfico del enlace Malvinas – Pagoreni B

Fuente: Tablas del link estimator, elaboración propia

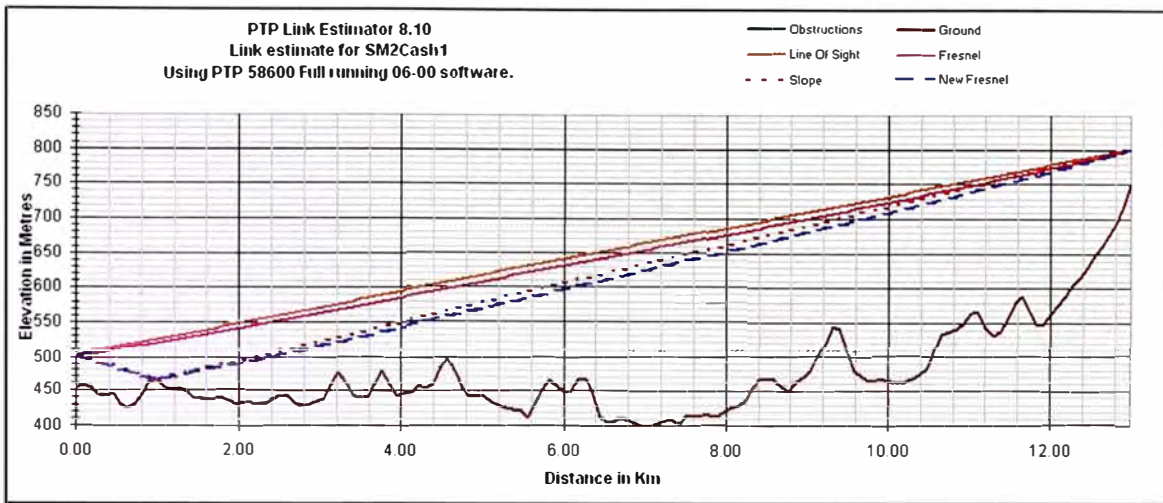


Fig.4.4 El perfil topográfico del enlace San Martin 2 – Cashiriari 1

Fuente: Tablas del link estimator, elaboración propia

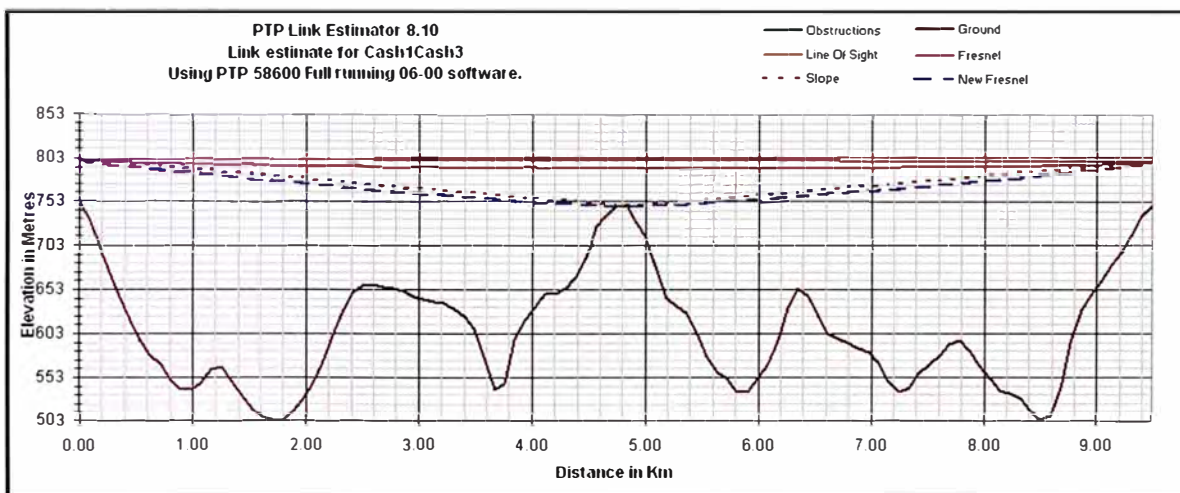


Fig.4.5 El perfil topográfico del enlace Cashiriari 1 – Cashiriari 3

Fuente: Tablas del link estimator, elaboración propia

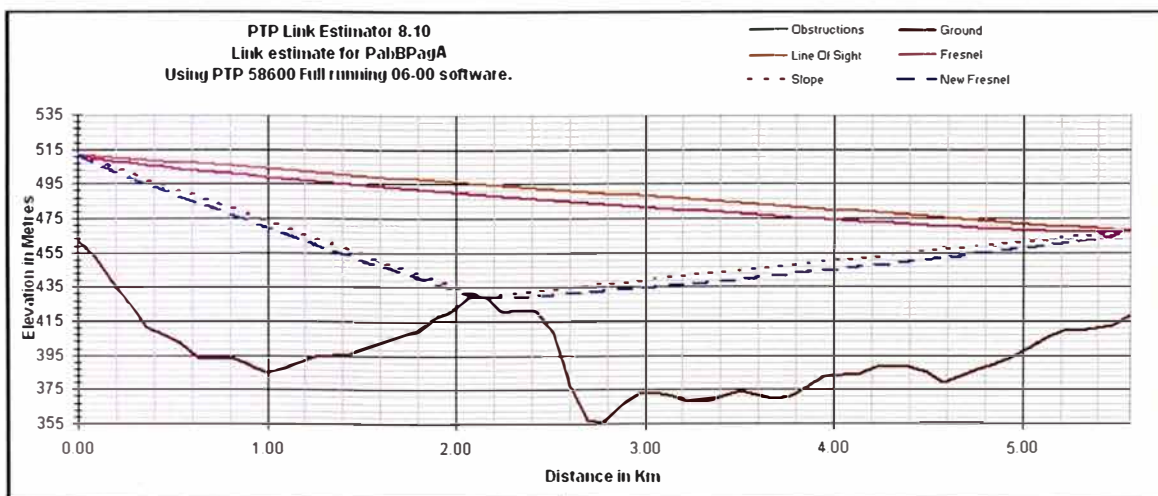


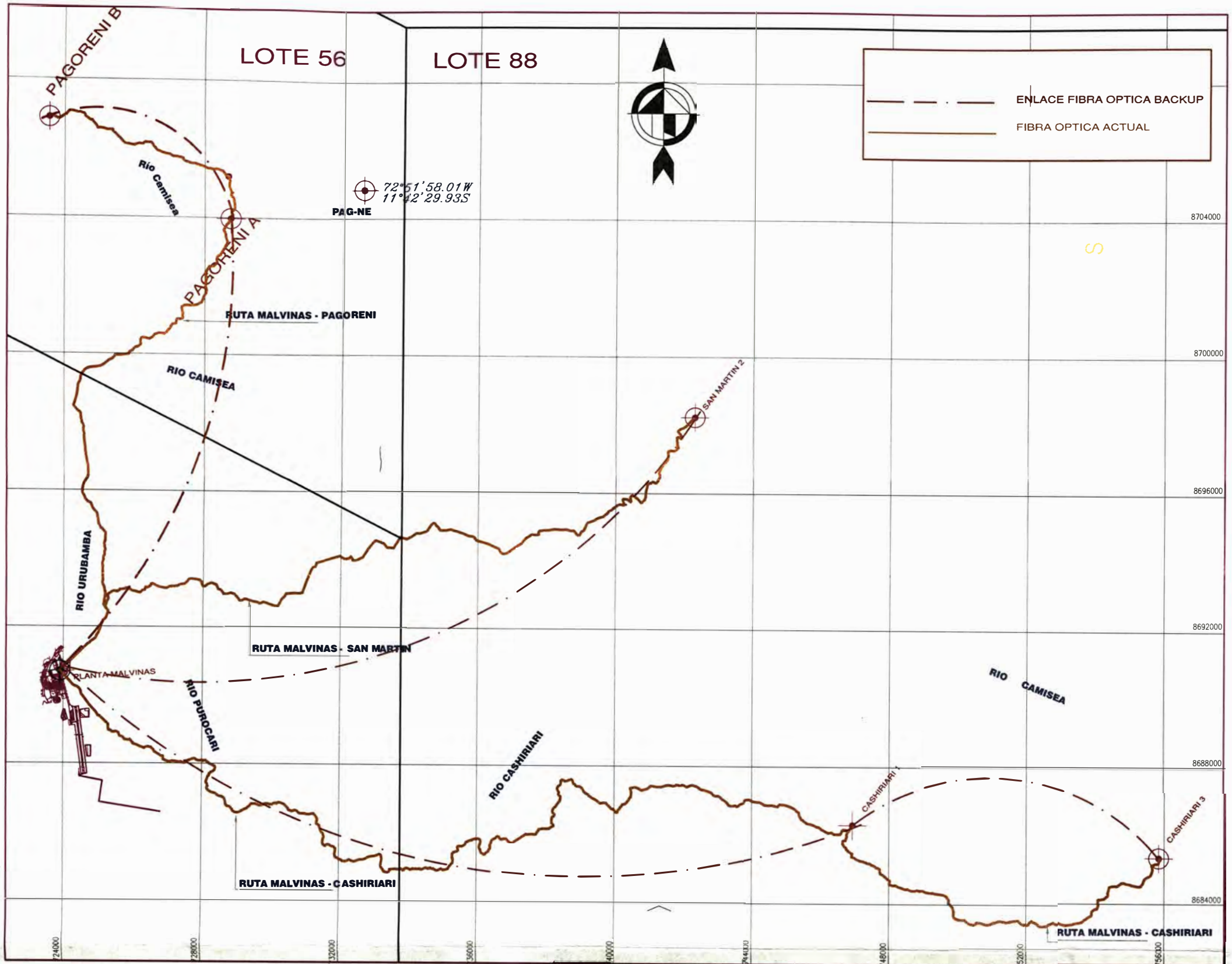
Fig.4.6 El perfil topográfico del enlace Pagoreni B – Pagoreni A

Fuente: Tablas del link estimator, elaboración propia

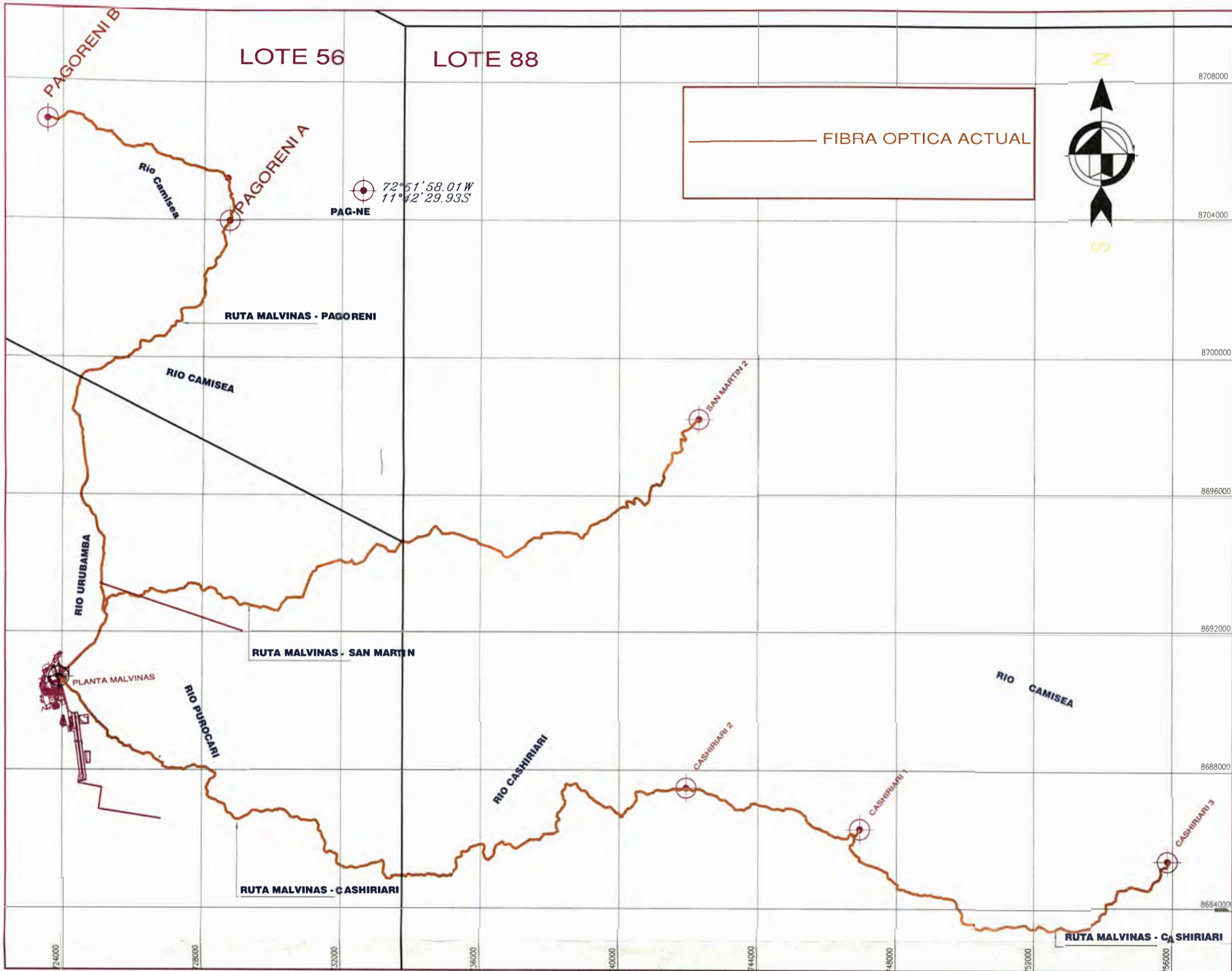
De este modo se ubican las coordenadas para la instalación de las torres.

Para verificar esta información, tenemos que sobrevolar con helicóptero la zona mencionada, bajar y llegar a las coordenadas especificadas, es necesario llevar un GPS para esta labor, si hubiera una observación o corrección apuntarla y reportarla.

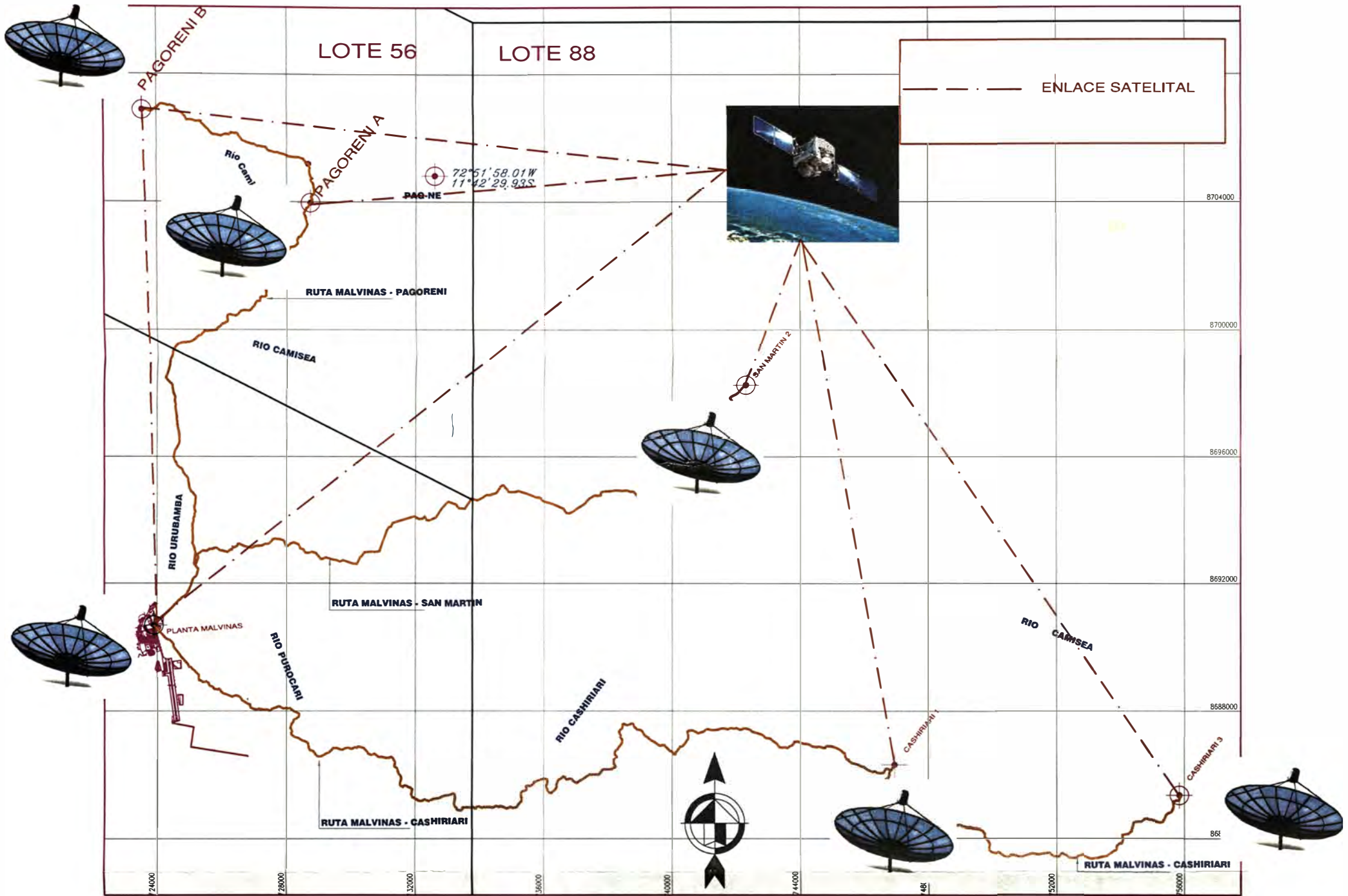
Anexo C: Plano del nuevo tendido de fibra óptica



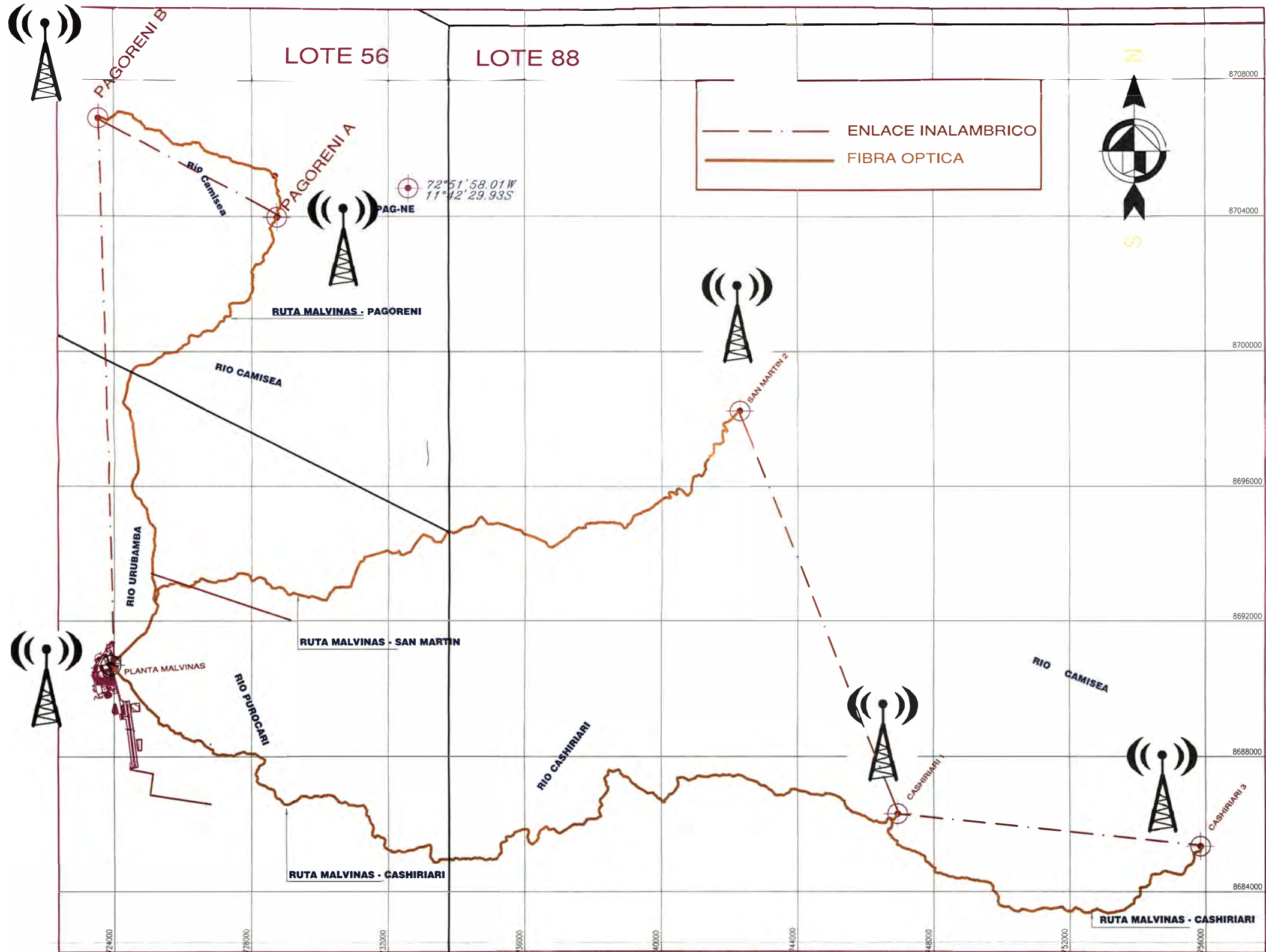
Anexo C: Plano de la red de fibra óptica actual



Anexo C: Plano de la Red VSAT



Anexo C: Plano de la Red Inalámbrica.



BIBLIOGRAFIA

- [1] <http://www.motorola.com>
- [2] <http://motorola.wirelessbroadbandsupport.com/software/ptp/>
- [3] <http://ebookbrowse.com/motorola-ptp-600-series-user-guide-08-03-pdf-d42946555>
- [4] http://www.motorola.com/business/XL-ES/Link+Estimator__Loc:XL-ES.do?vgnextoid=c2fb0f0d5eb9c110VgnVCM1000008406b00aRCRD
- [5] <http://www.filecrop.com/link-estimator-motorola.html>
- [6] <http://www.kyocerasolar.com/>
- [7] http://www.stecasolar.com/index.php?Steca_Tarom_es
- [8] http://www.stecasolar.com/index.php?Indicaciones_de_conexion_para_reguladores
- [9] http://www.solartronic.com/download/Controladores_Steca.pdf
- [10] <http://www.mesemar.com/pdf/puntas-pasivas.pdf>
- [11] http://www.at3w.com/site/producto.php?id=1&id_sub=111&titulo=pararrayos+con+dispositivo+de+cebado
- [12] <http://www.para-rayos.com/datos/gel20061.pdf>
- [13] http://www.cenytec.com/servicios/medicion_puestas_tierra.htm
- [14] <http://www.construaprende.com/Telecomunicaciones/index.html>
- [15] <http://www.siecar.com/homepage.htm>
- [16] <http://www.mastercom.com.pe/>
- [17] <http://www.cisco.com>