

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



**IMPLEMENTACIÓN DE UN RADIO ENLACE DIGITAL EN
EL PROYECTO DEL GAS DE CAMISEA
INFORME DE SUFICIENCIA
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO ELECTRÓNICO
PRESENTADO POR:
JOSÉ LUIS CASTILLO LEÓN
PROMOCIÓN
2000 – I
LIMA – PERÚ
2006**

**IMPLEMENTACIÓN DE UN RADIO ENLACE DIGITAL EN EL
PROYECTO DEL GAS DE CAMISEA**

Dedico este trabajo a:

***A mis padres por su dedicada atención en los momentos de
flaqueza y necesidad, a ellos les dedico este trabajo por ser
los principales motivadores de mi superación.***

***A Cartavio por haberme brindado el calor de vivir en él y
haber disfrutado todos los momentos que aun siguen
pasando.***

A tía Lidia en homenaje a su recuerdo.

***A mi amiga Luzmila Dávila por haberme motivado a
realizar este trabajo, con sus consejos y atenciones las
cuales no olvido.***

A Jannet por el recuerdo de lo que vivimos.

SUMARIO

El presente trabajo pretende describir la implementación de un sistema de transmisión inalámbrico instalado en los límites del Proyecto de Gas de Camisea y usado como sistema de respaldo para la red de comunicaciones, usando para ello tecnología probada de redes inalámbricas basadas en el estándar 802.11b el cual ha sido probado y es estable en su funcionamiento.

Se presenta el trabajo con una introducción teórica acerca de las tecnologías inalámbricas actuales, para luego empezar a desarrollar los procedimientos y técnicas aplicados en la implementación de este radio enlace, desde su diseño hasta su implementación en el campo.

ÍNDICE

PRÓLOGO

CAPÍTULO I

MARCO TEORICO DEL PROYECTO

1.1 Introducción a las Redes Inalámbricas	3
1.2 Tipos de Redes Inalámbricas	4
1.2.1 Redes IEEE 802.11 (a,b,g)	4
1.2.2 Redes Bluetooth	6
1.2.3 Otras Redes	7
1.3 Normatividad, Estándares y Tecnologías inalámbricas.	10
1.4 Tecnologías empleadas en Redes WLAN	11
1.4.1 Tecnologías de Banda Estrecha	11
1.4.2 Tecnologías de Espectro Expandido	11
a. Tecnología de Espectro Expandido con Salto de Frecuencias	11
b. Tecnología de Espectro Expandido de Secuencia Directa	13

CAPITULO II

ESTUDIO DE CAMPO DEL ENLACE INALAMBRICO

2.1 Introducción	15
2.2 Informe Topográfico	15
2.3 Estudios de la traza	15
2.4 Arquitectura de Red	18
2.5 Detalle de las estaciones	20
2.5.1 Estación Malvinas	20
2.5.2 Estación San Martín	21
2.5.3 Estación Repetidora	21
2.6 Trabajos a Realizar	22
2.6.1 Trabajos a realizar en Malvinas	22
a. Estructura para antenas	22

b. Equipos radioeléctricos	22
c. Sistema de conmutación	23
d. Sistema de interconexión entre salas	23
e. Sistema de energía	24
f. Puestas a tierra	24
2.6.2 Trabajos a realizar en San Martín	24
a. Estructura para antenas	24
b. Equipos radioeléctricos	25
c. Sistema de conmutación	25
d. Sistema de interconexión entre salas	26
e. Sistema de energía	26
f. Sistema de puesta a tierra	26
2.6.3 Trabajos a realizar en la estación Repetidora	27
a. Adecuación del sitio	27
b. Estructura para antenas	27
c. Espacio operativo	27
d. Equipamiento radioeléctrico	28
e. Sistema de energía	28
f. Cerramiento del área	29
2.7 Informe Radioeléctrico	29
2.7.1 Objetivo	30
2.7.2 Configuración de la red	30
2.7.3 Banda de frecuencias	30
2.7.4 Estudio de las sendas y perfiles topográficos	30
2.7.5 Efecto de Refracción sobre la Propagación	31
a. Índice de Refracción	31
b. Coíndice de Refracción	31
c. Modulo de Refracción M	32
d. Gradiente del Índice de Refracción	32
e. Condiciones de Propagación	33
f. Radio Ficticio de la Tierra	33
g. Protuberancia del Terreno	35
2.7.6 Efecto de la Difracción sobre la Propagación	37

a. Zonas de Fresnel	37
b. Atenuación por Obstrucción	38
2.7.7 Criterios de despejamiento adoptados	39
2.7.8 Ecuación del Enlace	40
2.7.9 Altura de las antenas a utilizar	42
2.7.10 Objetivos de disponibilidad del sistema	42
2.7.11 Calculo de enlaces y disponibilidad	42
2.7.12 Resultados de las simulaciones del radio enlace	43
a. Simulación entre Malvinas y la Estación Repetidora	44
b. Simulación entre Estación Repetidora y San Martín	50
2.8 Resumen del Capitulo	55

CAPITULO III

IMPLEMENTACION DEL RADIOENLACE INALAMBRICO

3.1 Introducción	56
3.2 Conformación del Sistema	56
3.3 Banda de Frecuencias	56
3.4 Desarrollo de los trabajos	57
3.4.1 Planta Malvinas	57
a. Estructura para antenas	57
b. Antena	57
c. Equipamiento de radio	58
d. Vinculo óptico	59
e. Sistema de conmutación	60
f. Puestas a tierra	60
3.4.2 Estación Repetidora	61
a. Estructura para antenas	61
b. Espacio operativo	61
c. Antenas	61
d. Equipos radioeléctricos	62
e. Energía	63
f. Puestas a tierra	63
3.4.3 Planta San Martín	63

a. Estructura para antenas	63
b. Antena	64
c. Equipamiento de radio	64
d. Vinculo óptico	66
e. Sistema de conmutación	66
f. Puestas a tierra	67
3.5 Especificaciones técnicas	67
3.5.1 Equipos de radio	68
a. Especificación del equipamiento de radio	68
b. Canal para alarmas	70
3.5.2 Mástil para antenas	71
3.5.3 Antenas	72
3.5.4 Sistema conmutador (switch)	73
3.5.5 Shelter para equipos de comunicaciones	74
a. Platea metálica	74
b. Bastidor del piso	75
c. Estructura	75
d. Revestimiento exterior	75
e. Revestimiento interior	75
f. Aislamiento térmico	75
g. Piso	76
h. Puerta exterior	76
i. Instalación eléctrica	76
3.5.6 Sistema de energía solar	76
3.5.7 Convertidor óptico	78
3.5.8 Sistema de puesta a tierra de estación repetidora	79
a. Configuración	80
b. Jabalina	80
c. Pozo de tierra de alta conductividad	80
d. Anillo perimetral	80
e. Interconexión del sistema	81
f. Protección de cañerías	81
g. Verificación de la instalación	81

h. Metodología de medición	82
3.6 Aceptación del sistema	82
3.7 Resumen del capítulo	83
CONCLUSIONES	84
ANEXOS	86
ANEXO A. Hojas de Datos de los Equipos Instalados	87
BIBLIOGRAFÍA	101

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Fig. 1.1	Espectro Expandido por Salto de Frecuencias	12
Fig. 1.2	Señales en la transmisión por Espectro Expandido de Secuencia Directa	13
Fig. 1.3	Espectro Expandido por Secuencia Directa	14
Fig. 2.1	Mapa cartográfico de la zona del radio enlace	17
Fig. 2.2	Globo Aerostático usado en las pruebas de transmisión	17
Fig. 2.3	Globo Aerostático en su posición durante las pruebas	18
Fig. 2.4	Arquitectura de red del enlace inalámbrico	20
Fig. 2.5	Efecto de la refracción en la atmósfera.	35
Fig. 2.6	Curvatura del rayo y factor K	36
Fig. 2.7	Efecto de la difracción en la atmósfera	38
Fig. 2.8	Simulación para $K=4/3$ y 60% de Zona de Fresnel	44
Fig. 2.9	Simulación para $K=2/3$ y 30% de Zona de Fresnel	44
Fig. 2.10	Simulación de la emisión radioeléctrica desde Malvinas al Repetidor	45
Fig. 2.11	Datos de la simulación entre Malvinas y el Repetidor	45
Fig. 2.12	Resultados de simulación con Malvinas como TX y Repetidor como RX	46
Fig. 2.13	Resultados de simulación con Malvinas como RX y Repetidor como TX	47
Fig. 2.14	Planilla de cálculo de enlace entre Malvinas y Repetidor. Parte 1	48
Fig. 2.15	Planilla de cálculo de enlace entre Malvinas y Repetidor. Parte 2	49
Fig. 2.16	Simulación para $K=4/3$ y 60% de Zona de Fresnel	50
Fig. 2.17	Simulación para $K=2/3$ y 30% de Zona de Fresnel	50
Fig. 2.18	Simulación de la emisión radioeléctrica del Repetidor a San Martín	51
Fig. 2.19	Datos de la simulación entre el Repetidor y San Martín	51
Fig. 2.20	Resultados de simulación entre el Repetidor y San Martín	52
Fig. 2.21	Planilla de cálculo de enlace entre el Repetidor y San Martín. Parte 1	53
Fig. 2.22	Planilla de cálculo de enlace entre el Repetidor y San Martín. Parte 2	54
Fig. 3.1	Equipo de radio elegido para la instalación	70
Fig. 3.2	Diagrama de la medición de tierra	82

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Estándares 802.11	5
Tabla 1.2 Estándar Bluetooth	7
Tabla 1.3 Otros Estándares Inalámbricas	8
Tabla 1.4 Tecnologías Inalámbricas	10
Tabla 2.1 Consumo del equipamiento a instalar	21
Tabla 2.2 Consumo del equipamiento a instalar	21
Tabla 2.3 Consumo del equipamiento a instalar	22
Tabla 3.1 Especificaciones del Equipo de Radio	68
Tabla 3.2 Especificaciones del mástil para antenas	71
Tabla 3.3 Especificaciones de las Antenas	73
Tabla 3.4 Especificaciones de los switches de conmutación	74
Tabla 3.5 Especificaciones del Sistema de Energía Solar	77
Tabla 3.6 Especificaciones de los convertidores ópticos	79

PRÓLOGO

Desde el año 2001 se iniciaron los trabajos de construcción de lo que sería el proyecto energético más grande en el Perú en toda su historia, a este se le denominó Proyecto del Gas de Camisea.

Camisea, toma su nombre del río Camisea, el cual se encuentra ubicado en la provincia de la Concepción, al norte del departamento del Cuzco, en zona de selva alta, con geografía accidentada con quebradas y montañas.

El yacimiento de gas fue descubierto por Shell en la década de los 80's y posteriormente adjudicado en licitación para su explotación.

Desde los inicios del proyecto, las comunicaciones tuvieron importancia vital para mantener todas las áreas de trabajo interactuando de manera eficiente entre sí, los sistemas informáticos y telefónicos cumplen un papel vital en el proyecto sin el cual no es posible realizar las labores logísticas necesarias para el desarrollo del mismo.

De esta forma se fue implementando las redes de comunicaciones existentes en el proyecto, las cuales brindan los servicios de datos a nivel corporativo, Internet, telefonía, cable TV y radio troncalizado en los campamentos del proyecto.

Para mantener las comunicaciones entre las locaciones del proyecto se cuenta con una conexión permanente sobre fibra óptica, utilizándose como enlace entre las redes locales existentes en los mismos.

Anteriormente a la instalación de la fibra óptica se contaba con un sistema de enlace satelital el cual fue desactivado cuando se completó la puesta en servicio de la fibra óptica, debido a que el alquiler de la banda satelital implicaba un costo adicional para su operación. Malvinas es el campamento principal donde se encuentra ubicada la planta de gas y San Martín 1 es el campamento de bombeo donde se encuentran ubicados los pozos extractores de gas.

El tendido de la fibra óptica entre estos campamentos es de aproximadamente 21 Km. sobre terreno de difícil relieve, con variaciones de altitud que se producen bruscamente y en pocos kilómetros. Debido a las características propias de la selva, es que se tiene que

prevenir cortes en esta fibra óptica, para esto se realizan trabajos de control de erosión y mantenimiento de suelos, evitando derrumbes o erosiones. Mas a pesar de todo esto, la naturaleza misma provoca rupturas de la fibra óptica en casos donde el deslizamiento del terreno ha superado la resistencia mecánica soportada por el cable y eso origina corte en las comunicaciones entre las dos locaciones, quedando de esta forma San Martín 1 sin ningún tipo de comunicaciones desde o hacia el exterior.

Al producirse el corte de comunicaciones se detienen los servicios de datos de la red Lan corporativa, Telefonía sobre IP, adquisición de datos en tiempo real de la Planta de San Martín 1 e interrupción de la conexión a la estación de monitoreo en San Martín 1.

De los cuatro servicios brindados por la fibra óptica, la operación mas crítica para el funcionamiento de la planta es mantener actualizados los datos que envía la estación de monitoreo al sistema central en Malvinas.

En consecuencia, es necesario prever un sistema de backup para prevenir posibles rupturas de la fibra y mantener la continuidad de la comunicación más critica.

El radio enlace entra en funcionamiento cuando se produce un corte en la fibra óptica y permite mantener la conexión a la estación de monitoreo de San Martín 1 en línea, permitiendo monitorear los parámetros del pozo desde la planta de Malvinas.

El informe de suficiencia consiste en realizar el estudio e implementación del enlace inalámbrico dentro del Proyecto del Gas de Camisea.

El presente estudio puede ser usado en similares condiciones en campamentos levantados en la selva los cuales se encuentren aislados y con acceso solo por medio de helicópteros.

En el capítulo I se formula el marco teórico necesario para la implementación de una solución inalámbrica punto a punto, se describen los fundamentos de las tecnologías inalámbricas y en particular la de espectro expandido.

En el capítulo II se muestran las condiciones encontradas para la realización del radio enlace de backup y las alternativas encontradas, el diseño y los requisitos a cumplir por la solución final a implementarse.

En el capítulo III se describe la solución realizada, mostrando el equipamiento necesario para realizar este enlace y la instalación de los mismos.

Se finaliza el informe realizando las conclusiones obtenidas luego de haber realizado el trabajo, y para su posterior utilización en implementaciones futuras.

CAPITULO I

MARCO TEORICO DEL PROYECTO

1.1 Introducción a las Redes Inalámbricas.

Las redes inalámbricas se diferencian en sus similares cableadas en que no están conectadas físicamente por un cable. Los datos a transmitir pasan a través de las ondas electromagnéticas. Esto se ha hecho posible debido a que las frecuencias por las cuales se transmite se han dejado libres para aplicaciones de Industria, Científica y Medica (ISM).

Uno de los tipos particulares de tecnologías más prometedoras y discutidas en la última década es la de poder comunicar a las computadoras mediante redes inalámbricas. Las redes inalámbricas facilitan la operación en lugares donde las computadoras no pueden permanecer en un solo lugar, como en los aeropuertos, almacenes, edificios, bibliotecas, universidades, etc.

Las redes LAN inalámbricas utilizan frecuencias correspondientes a las microondas (2.4GHz y 5GHz) y permiten tener anchos de banda apreciables (desde 1Mb/s en las primeras versiones hasta llegar a los 54 Mbps en los últimos estándares).

Aunque no se espera que las redes inalámbricas lleguen a reemplazar a las redes cableadas, si se puede esperar que lleguen a ser cada vez más un complemento importante en la red corporativa. Esta afirmación se puede sustentar debido a las velocidades actuales en redes inalámbricas donde tenemos 11Mbps y 54 Mbps en los últimos estándares mientras que en las redes cableadas se tiene 10, 100 Mbps y hasta 1 Gbps y se espera que alcancen los 100 Gbps.

En muchos sitios, las redes LAN de cables tradicionales han sido ampliadas con la implantación de este tipo de redes inalámbricas. La interconexión de varias redes locales mediante tecnologías inalámbricas ha propiciado que algunos visionarios hayan visto la posibilidad de crear un red metropolitana con gran ancho de banda y con la posibilidad de acceso a Internet, de forma que se pudiera acceder a cualquier servicio de los que

comúnmente se utilizan en Internet (correo, Web, FTP, etc.) desde cualquier lugar dentro del ámbito metropolitano (una ciudad entera).

En Agosto de 1999 se estableció la WECA (Wireless Ethernet Compatibility Alliance) conformada por los principales fabricantes de equipos LAN inalámbricos.

Luego se le cambio el nombre a WI-FI Alliance siendo utilizado el logo Wi-Fi como prueba que el equipo es compatible con otros equipos certificados por la WI-FI Alliance.

1.2 Tipos de Redes Inalámbricas.

Existen diferentes tipos de estándares y productos para redes de área local. En este apartado se pretenden introducir los más populares, mostrando sus características y requisitos técnicos. Se resumirán los aspectos más relevantes de cada uno de ellos en un cuadro tras haber sido presentados.

1.2.1 Redes IEEE 802.11 (a,b,g).

Las redes IEEE 802.11 suponen la apuesta del IEEE por las redes inalámbricas. Toda ellas se basan en una red tipo Ethernet y, aunque su filosofía es la misma, difieren en la banda de frecuencia utilizada, el ancho de banda que ofrecen, etc. etc. Mientras vemos que las redes Bluetooth se han implantado en componentes electrónicos de la gama baja, las redes 802.11 están siendo mayormente utilizadas a la hora de interconectar portátiles y PDAs.

La especificación original de 802.11 preveía conexiones a velocidades de 1 ó 2 MB/s en la banda de los 2,4 GHz utilizando salto de frecuencias (FHSS) o secuencia directa (DSSS).

FHSS y DSSS son dos tipos de espectro expandido (spread spectrum). El objetivo principal a la hora de utilizar el espectro expandido es transmitir ocupando una banda de frecuencias mayor de la requerida. Su creación se debe a investigaciones militares durante la Segunda Guerra Mundial, ya que de esta forma se evitaban ataques y escuchas. FHSS (salto de frecuencias) se basa en que transmite en diferentes bandas de frecuencias, produciéndose saltos de una forma aleatoria que es posible predecir. Por contra, con DSSS (secuencia directa) se envían varios bits por cada bit de información real.

Otra de las características comunes en las diferentes implementaciones del estándar 802.11 es el uso del protocolo WEP, Wireless Equivalent Privacy. WEP tiene como objetivo conseguir una seguridad equivalente a la de las redes convencionales (de cable). El problema reside en que las redes tradicionales basan gran parte de su seguridad en que es difícil acceder al cable, mientras que la comunicación de las redes inalámbricas va por el

aire. WEP es un protocolo razonablemente fuerte y computacionalmente eficiente. Sin embargo, su uso no deja de ser opcional y recientemente se ha descubierto que no es del todo seguro, tal y como ha demostrado un estudio de una universidad americana.

Dentro de la familia de las 802.11, el estándar más extendido actualmente es el 802.11b, también conocido como WI-FI (wireless fidelity). WI-FI es un término registrado y auspiciado por la WECA, cuya finalidad es certificar productos de diferentes fabricantes basados en 802.11b y capaces de ínter operar entre sí. Utiliza la banda de los 2,4 GHz y proporciona anchos de banda de hasta 11 MB/s. En espacios de interior es capaz de comunicar nodos separados 50 metros entre sí, mientras que llega a los 100 metros en el exterior.

La siguiente generación de las 802.11 viene de mano de 802.11a, también denominada WLAN. Esta implementación utiliza la banda de los 5 GHz y puede llegar a ofrecer el nada despreciable ancho de banda de hasta 54 MB/s. Para evitar interferencias se transmite en OFDM (Multiplexación por División en Frecuencia Ortogonal), que además añade mayor dificultad a la hora de espiar la red. Probablemente el alto precio haya hecho que todavía no se hayan extendido. Además presentan un gran inconveniente que genera series dudas y es que son incompatibles con las anteriores.

Para terminar con las redes 802.11, cabe mencionar que también existe el estándar 802.11g. Esta versión proporciona entre 20 y 54 Mbps usando DSSS y OFDM. La característica que lo hace especialmente interesante es su compatibilidad con las 802.11b y que tienen mayor alcance y menor consumo que las 802.11a.

A continuación presentamos un resumen a los tres estándares principales 802.11

Tabla N° 1.1 Estándares 802.11

802.11b, WI-FI	
Frecuencia longitud de onda	2.4GHz (2.400-2.4835 in North America)
Ancho de banda de datos	11Mbps, 5Mbps, 2Mbps, 1Mbps
Medidas de seguridad	WEP -- Wireless Equivalency Protocol en combinación con espectro de dispersión directa

Rango de Operación óptima	50 metros dentro, 100 metros afuera
Adaptado para un propósito específico o para un tipo de dispositivo	Ordenadores portátiles, ordenadores de sobremesa donde cablear entraña dificultades, PDAs
802.11a, WLAN	
Frecuencia longitud de onda	5GHz
Ancho de banda de datos	54Mbps, 48Mbps, 36Mbps, 24Mbps, 12Mbps, 6Mbps
Medidas de seguridad	WEP, OFDM
Rango de Operación óptima	50 metros dentro, 100 metros afuera
Adaptado para un propósito específico o para un tipo de dispositivo	Ordenadores portátiles móviles en entornos privados o empresariales, ordenadores de sobremesa allí donde cablear sea inconveniente
802.11g	
Frecuencia longitud de onda	2.4GHz
Ancho de banda de datos	54 Mbps
Medidas de seguridad	WEP, OFDM
Rango de Operación óptima	50 metros dentro, 100 metros afuera
Adaptado para un propósito específico o para un tipo de dispositivo	Ordenadores portátiles, ordenadores de sobremesa donde cablear entraña dificultades, PDAs. Compatible hacia atrás con las redes 802.11b

1.2.2 Redes Bluetooth.

Bluetooth, nombre proveniente del vikingo Harald Bluetooth, es una tecnología que está siendo usada con éxito en kits manos libres de los teléfonos móviles, auriculares estéreo,

portátiles y PDAs. Existe una extensa lista de productos que han sido aprobados por el grupo de interés de Bluetooth, algunos de los cuales son herramientas o componentes para crear otros productos Bluetooth. Utiliza un rango de frecuencias de los 2,4 GHz a los 2,4835 GHz, aunque la utilización exacta del espectro cambia de país en país. Por ejemplo, en Francia el rango de frecuencias utilizado va de los 2.4465GHz a los 2.4835GHz. Por eso, es probable que los productos Bluetooth adquiridos en un país no ínter operen con productos Bluetooth que estén destinados a ser consumidos en otro país.

En cuanto al ancho de banda disponible por los usuarios, la versión 1.1 permitía la comunicación a 721 Kb/s, mientras su sucesora (la 1.2) consigue hasta los 10 Mbps. Las medidas de seguridad que incorpora son una dirección única y pública (una dirección IEEE de 48 bits) para cada usuario, dos llaves secretas y un número aleatorio nuevo para cada transacción. Sin embargo, la cobertura que ofrecen este tipo de dispositivos es bastante limitada, ya que se reduce a 10 metros.

Tabla N° 1.2 Estándar Bluetooth

Bluetooth	
Frecuencia longitud de onda	2.4GHz (2.400-2.4835*)
Ancho de banda de datos	v1.1 - 721Kbps, v1.2 - 10Mbps
Medidas de seguridad	Dirección pública única para cada usuario, dos llaves secretas y un número aleatorio diferente para cada nueva transacción
Rango de Operación óptima	10 metros
Adaptado para un propósito específico o para un tipo de dispositivo	Teléfonos inalámbricos, auriculares estéreo, ordenadores portátiles, PDAs

1.2.3 Otras Redes.

Existe otro tipo de redes, que aún no habiendo alcanzado la popularidad de los casos descritos con anterioridad, merecen que sean presentadas brevemente en este apartado.

Estas propuestas alternativas tienen en ocasiones grandes corporaciones detrás. Por ejemplo, HomeRF cuenta con el apoyo de Intel.

En las tablas siguientes se muestran las características principales de estas tecnologías.

Tabla N° 1.3 Otros Estándares Inalámbricas

HiperLAN/2 Estándar Europeo de ETSI	
Frecuencia longitud de onda	5GHz (5.15 - 5.3GHz)
Ancho de banda de datos	6, 9, 12, 18, 27, 36, 54Mbps
Medidas de seguridad	Un esquema de cifrado-descifrado de uso opcional
Rango de Operación óptima	máximo 150 metros
Adaptado para un propósito específico o para un tipo de dispositivo	Packetized voice, vídeo y comunicaciones de Internet
Home RF	
Frecuencia longitud de onda	2.4GHz
Ancho de banda de datos	10Mbps, 5Mbps, 1.6Mbps, 0.8Mbps, (Planes futuros - 20Mbps)
Medidas de seguridad	cifrado de 128 bits, saltos en frecuencia, identificadores de red de 48 bits
Rango de Operación óptima	Cubre el típico entorno de casa y parcela
Adaptado para un propósito específico o para un tipo de dispositivo	Ordenadores portátiles, gateways, módems de cable con gateways inalámbricos empotrados

WiMAX	
Frecuencia longitud de onda	Trabjará en múltiples frecuencias, dependienddo del país del operador o del tipo de enlace (si hay visión directa o no). En las bandas libres y en algunas que necesitan licencia, en principio entre 2-11 GHz. También entre 10 y 66 GHz
Ancho de banda de datos	70Mbps hasta 280 Mbps.
Medidas de seguridad	Estándares IEEE 802.16a y el europeo ETSI HyperMan
Rango de Operación óptima	8 kilómetros sin visión directa y hasta 50 Km con visión directa
Adaptado para un propósito específico o para un tipo de dispositivo	Internet de Banda Ancha
FREE SPACE OPTICS (FSO), FIBERLESS OPTICS, WIRELESS OPTICS, LASER TRANSMISSION	
Frecuencia longitud de onda	Trabjará en múltiples frecuencias, dependienddo del país del operador o del tipo de enlace (si hay visión directa o no). En las bandas libres y en algunas que necesitan licencia, en principio entre 2-11 GHz. También entre 10 y 66 GHz
Ancho de banda de datos	Mayor ancho de banda hasta Gbps
Medidas de seguridad	No tiene estándares definidos
Rango de Operación óptima	Uso efectivo hasta 3Km. debido a la atenuación con lluvia
Adaptado para un propósito específico o para un tipo de dispositivo	Banda Ancha Inalámbrica

1.3 Normatividad, Estándares y Tecnologías inalámbricas.

En la tabla 1.4 se muestra un resumen de los distintos estándares y principales tecnologías inalámbricas existentes en la actualidad.

Tabla N° 1.4 Tecnologías Inalámbricas

NORMA / ESTANDAR / TECNOLOGIA	CARACTERISTICAS
802.11a WLAN	5GHz , 54Mbps, ratificado en 1999
802.11b WIFI	2.4Ghz, 11Mbps, ratificado en 1997
802.11d	Dominios de Regulación adicionales
802.11e	Calidad de Servicio (QoS)
802.11f	Inter-Access Point Protocol (IAPP)
802.11g	2.4GHz, 54Mbps, ratificado en Junio del 2003
802.11h	Mecanismos de Selección Dinámica de Canal y Control de Potencia de Transmisión.
802.11i	Autenticación y Seguridad.
802.1 x	Seguridad basada en puertos. Soportado por Windows XP y Cisco
802.16.1 WIMAX, HUMAN	Interfaz de Aire 10 – 66 Ghz
802.16.2	Coexistencia
802.16.3	Interfaz de aire 2 – 11 Ghz frecuencias permitidas.
IR	850-950 nm IR Difuso
HIPERLAN	2.4 GHz 10-20 Mbps
HIPERLAN2	5GHz 54Mbps
Bluetooth	2.4GHz v1.1 - 721Kbps, v1.2 - 10Mbps
Home RF	2.4GHz 10Mbps, 5Mbps, 1.6Mbps, 0.8Mbps, (Planes futuros -- 20Mbps)

1.4 Tecnologías Empleadas en redes WLAN.

Los fabricantes de redes inalámbricas pueden escoger entre varias tecnologías para realizar el diseño de una red WLAN, cada una con ventajas y desventajas sobre otras.

1.4.1 Tecnologías de Banda Estrecha.

Un sistema de radio de banda estrecha, envía y recibe la información a una determinada frecuencia, intentando ocupar el mínimo ancho de banda del espectro para transmitir la información. Las interferencias se evitan, coordinando adecuadamente que cada usuario tenga su canal en distintas frecuencias, con lo cual cada receptor filtrara las señales excepto las que vayan a sus frecuencias designadas, para asegurar la privacidad de las comunicaciones.

1.4.2 Tecnologías de Espectro Expandido.

La mayoría de sistemas WLAN utiliza esta técnica de radiofrecuencia de banda ancha la cual fue desarrollada para aplicaciones militares. La idea básica consiste en expandir la información de la señal sobre un ancho de banda mayor, para con ello dificultar las interferencias y su posible interceptación. Dentro de estas el primer tipo se denomina Salto en Frecuencias y otra versión más reciente se denomina espectro expandido con secuencia directa. Estas dos técnicas se utilizan en la actualidad en las redes de datos inalámbricas, además de en otras aplicaciones como, por ejemplo, los teléfonos inalámbricos.

a. Tecnología de Espectro Expandido con Salto de Frecuencias.

Sus siglas en inglés son FHSS. Utiliza una portadora de banda estrecha, que cambia la frecuencia siguiendo un patrón conocido únicamente por el emisor y el receptor.

Si se sincronizan bien ambos, el efecto es equivalente a mantener un único canal lógico.

Un receptor que desconozca el patrón verá una señal compuesta de impulsos de corta duración, decodificable y por lo tanto interpretada como ruido.

En la figura 1.1 se muestra un esquema en bloques del espectro expandido con salto de frecuencias.

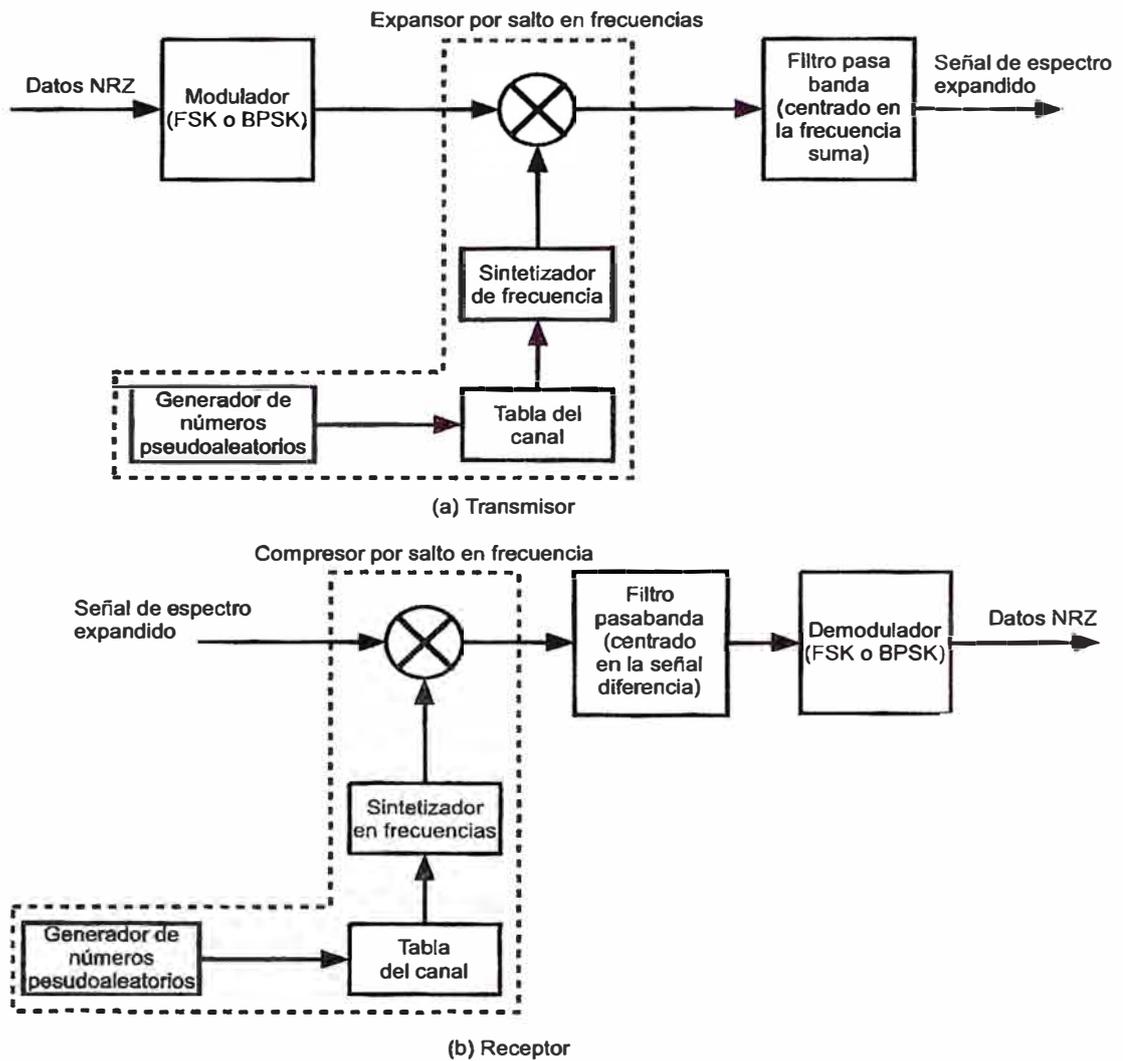


Fig. 1.1 Espectro Expandido por Salto de Frecuencias

b. Tecnología de Espectro Expandido de Secuencia Directa.

Sus siglas en ingles son DSSS. En este caso se genera un patrón redundante para cada bit que se transmite. Cuando más largo sea, mayor será la probabilidad de que los datos originales se puedan recuperar en el receptor, aunque el ancho de banda requerido para la transmisión será mucho mayor. Si algún bit de este patrón se pierde puede ser recuperado mediante técnicas de corrección de errores. Para un receptor desconocido la señal DSSS le parecerá como un ruido de baja potencia, que será rechazado por la mayoría de los receptores.

En la figura 1.2 se muestra el pulso de bits al ingresar a un modulador DSSS y luego como es procesado para recuperar la información.

En la figura 1.3 se muestra el esquema en bloques de un modulador y un receptor usando DSSS.

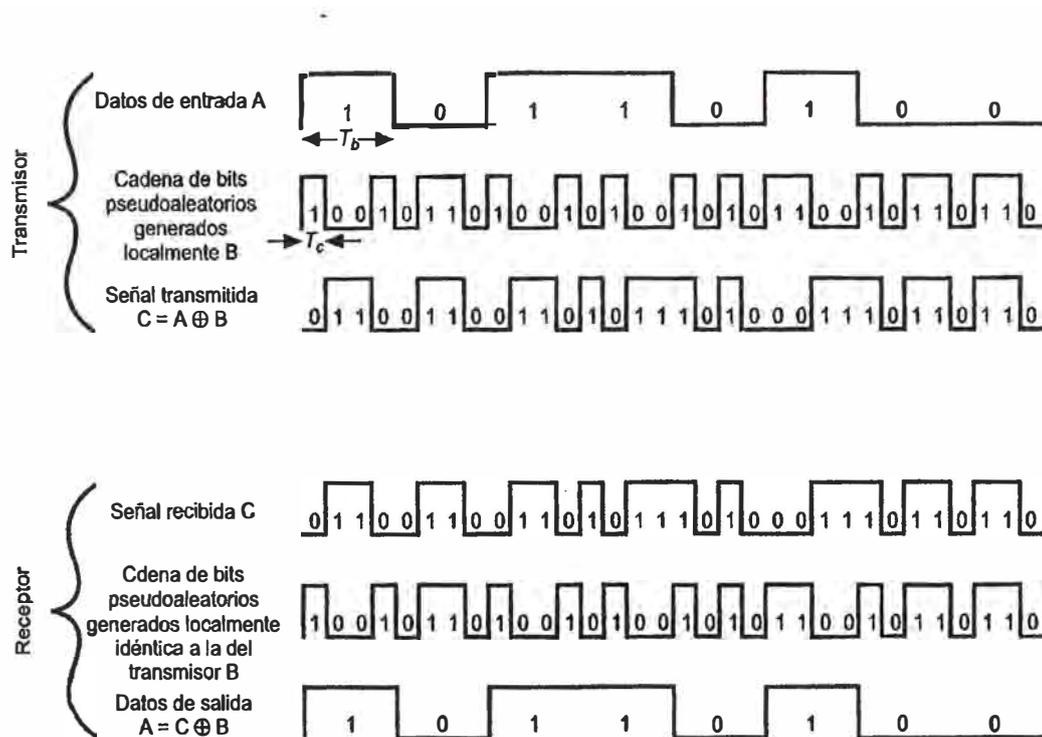


Fig. 1.2 Señales en la transmisión por Espectro Expandido de Secuencia Directa

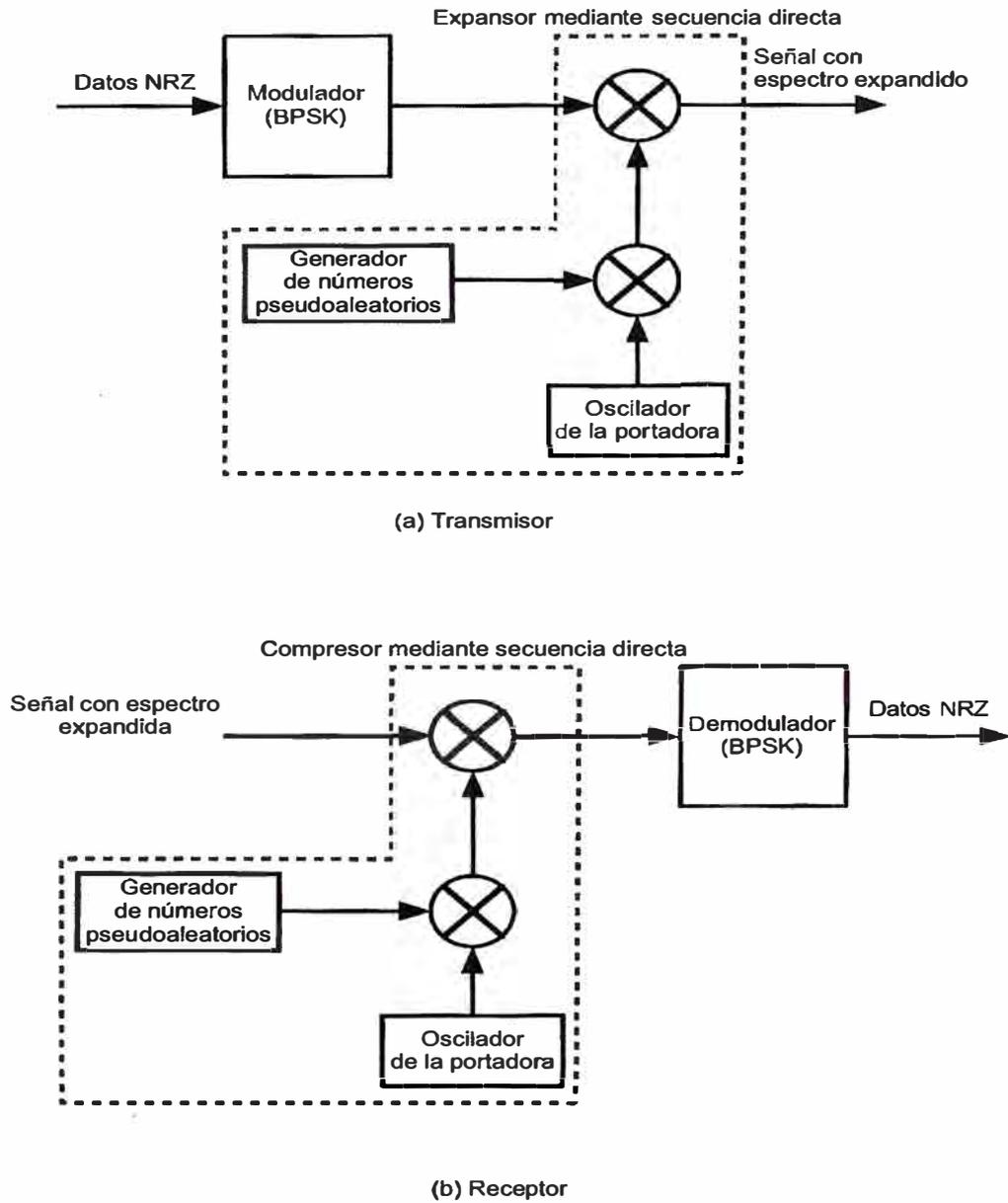


Fig. 1.3 Espectro Expandido por Secuencia Directa

CAPITULO II

ESTUDIO DE CAMPO DEL ENLACE INALAMBRICO

2.1 Introducción.

El presente capítulo contempla la ingeniería del Proyecto que permitió ejecutar los trabajos de ejecución y puesta en funcionamiento del sistema de radio enlace a implementar entre las plantas de Malvinas y San Martín 1 del Proyecto Camisea.

El enlace funcionará como backup del tendido de fibra óptica actualmente existente y permitirá en caso de interrupción del mismo, transmitir la información de telecontrol y datos entre plantas.

2.2 Informe topográfico.

El sistema radioeléctrico a implementar se encontrará inserto en zona selvática del Perú con la presencia de vegetación de hojas perennes y con árboles cuya altura varía entre los 20 y 40 metros.

La topografía de la zona es profundamente irregular con cotas de altitud que van desde los 400 metros sobre el nivel del mar (márgenes de los ríos existentes) hasta superar los 550 metros en algunos sectores. Las variaciones de altitud se producen bruscamente y en pocos kilómetros entre las mismas.

La temperatura promedio de la zona resulta elevada (entre 25 y 30 grados °C), así como también se registra un alto grado de humedad, ambos parámetros característicos de la zona.

2.3 Estudios de la traza.

Los estudios previos realizados determinaron la imposibilidad de efectuar el enlace radial mediante un salto entre las Plantas Malvinas y San Martín, dado que la topografía del lugar determina un alto grado de obstrucción en la traza radioeléctrica.

Los profundos cambios de altitud del terreno que van en menos de dos kilómetros desde los 400 metros en la que se encuentra Malvinas a una altura superior a los 500 metros hacen impracticable la visión directa entre los extremos.

A esta circunstancia se debe sumar la altura de la vegetación que puede superar los 40 metros agravando de esta manera la condición de obstáculos en la traza.

Para poder superar el obstáculo de terreno y vegetación se deberían instalar en ambas plantas estructuras para antenas de alturas no convenientes por su magnitud.

Debido a ello se procedió a determinar un punto adecuado para el emplazamiento de una estación repetidora, el cual se pensó en algún lugar sobre la traza del gasoducto que une ambas plantas.

A los efectos de determinar la ubicación definitiva, se efectuó el relevamiento en el potencial sitio de instalación y se encontró que el lugar más apto para la ubicación de la estación repetidora, se determinó entre las progresivas 3900 y 4000 de la traza del gaseoducto sobre un costado del camino existente previo al paraje denominado El Caracol, las progresivas indican la distancia recorrida, en metros, por el gaseoducto desde su punto inicial en la planta Malvinas, por lo tanto la estación repetidora se encontraría ubicada aproximadamente a 4Km. de la planta Malvinas.

Habiéndose ubicado por su cota y características para una razonable instalación, se procedió a elevar un globo aerostático de 6,50 metros de largo por 2,40 metros de diámetro, el cual se encontraba cargado con gas helio, hasta los 50 metros de altura sobrepasando la altitud de la arboleda existente.

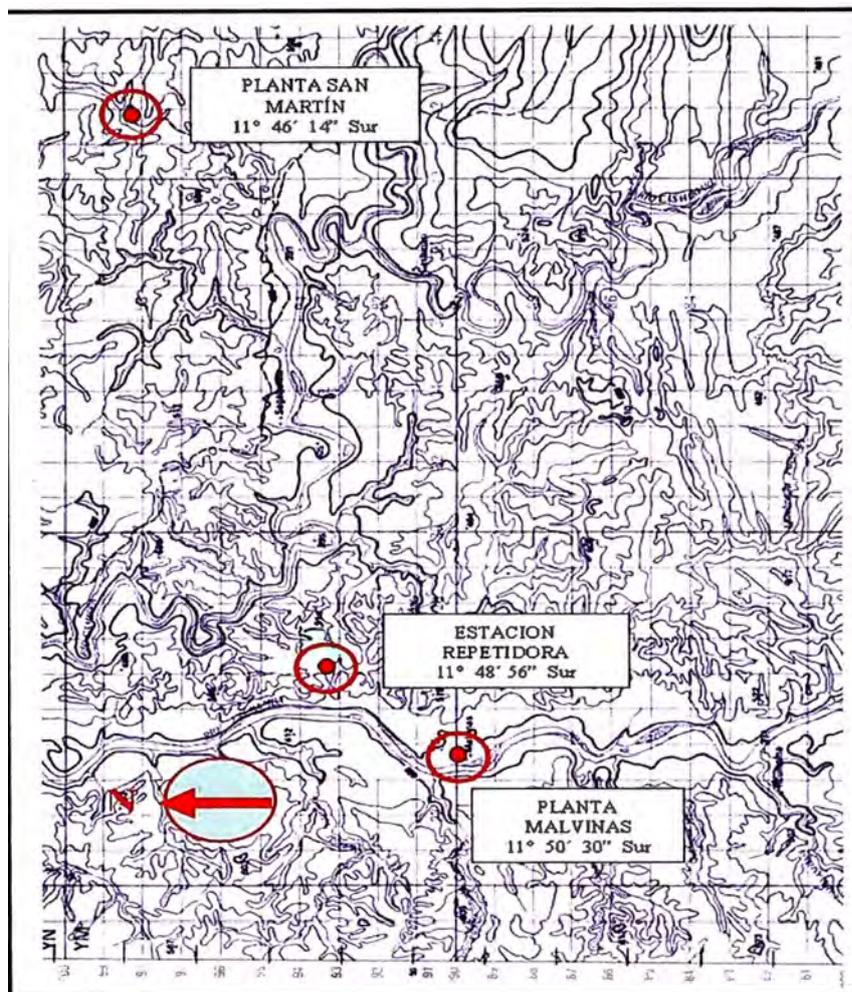


Fig. 2.1 Mapa cartográfico de la zona del radio enlace

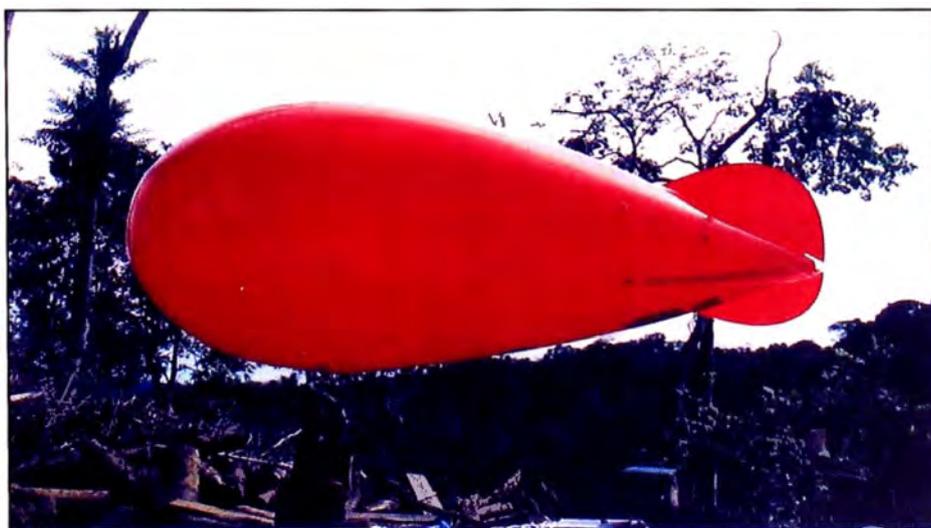


Fig 2.2 Globo Aerostático usado en las pruebas de transmisión.



Fig 2.3 Globo Aerostático en su posición durante las pruebas

En el globo se sustentó un transceptor operando en la banda de 2,4 GHz alimentado mediante cable UTP por una batería de 12 VCC programado para operar como router radioeléctrico.

Una vez completada esta operación se procedió a visualizar desde ambas plantas el mencionado globo lo cual se efectuó a simple vista desde el nivel del suelo en la Planta Malvinas, en tanto que desde la Planta San Martín y dado la distancia existente se lo avistó mediante prismáticos desde la estructura para antenas existente.

Asimismo se efectuaron enlaces radioeléctricos contra el transceptor ubicado en el globo, utilizándose equipamiento fijo en Planta Malvinas con resultados satisfactorios en cuanto a nivel de señal y eficiencia del sistema.

Esta operatoria permitió verificar que en las trazas radioeléctricas se cumple la condición de despejamiento necesario para el emplazamiento de sistemas a operar en bandas superiores.

2.4 Arquitectura de Red.

Los estudios precedentemente detallados permitieron determinar la siguiente configuración de red:

Estación fija a ubicar en instalaciones existentes en Planta

Estación fija a ubicar en instalaciones existentes en Planta San Martín.

Estación repetidora a ubicar entre las progresivas 3900 y 4000 del gasoducto que une ambas plantas.

El sistema de radio enlace contará con equipamiento radioeléctrico digital a operar en tecnología de espectro expandido en las bandas de 2,4 GHz a una velocidad operativa de 11 Mbps.

Esta velocidad permitirá canalizar a través del sistema la información de datos de telecontrol entre plantas y un canal de supervisión del radio enlace.

De pretender agregar al sistema señales de telefonía, video o información de otras plantas, la capacidad del sistema resultaría insuficiente.

En tal caso debería tener que optarse por un sistema de mayor capacidad el cual debería operar en la banda de frecuencias de 5,7 GHz a una velocidad operativa de 54 Mbps.

Por lo tanto para el enlace previsto de 11 Mbps se podrá transmitir:

- Información de telecontrol entre las Plantas Malvinas y San Martín propia del funcionamiento de las mismas.

- Información de tele supervisión de la estación repetidora y control del sistema de radio enlace.

De optarse por el enlace de 54 Mbps en la frecuencia de 5,7 GHz se podrá transmitir:

- Información de telecontrol entre las Plantas Malvinas y San Martín propia del funcionamiento de las mismas.

- Información de tele supervisión de la estación repetidora y control del sistema de radio enlace.

- Información de Telecontrol proveniente de otra planta, como puede ser San Martín 3.

- Canales de VoIP para telefonía

- Señales de video

En la figura 2.4 se muestra la forma como se implementaría este radio enlace entre las dos locaciones.

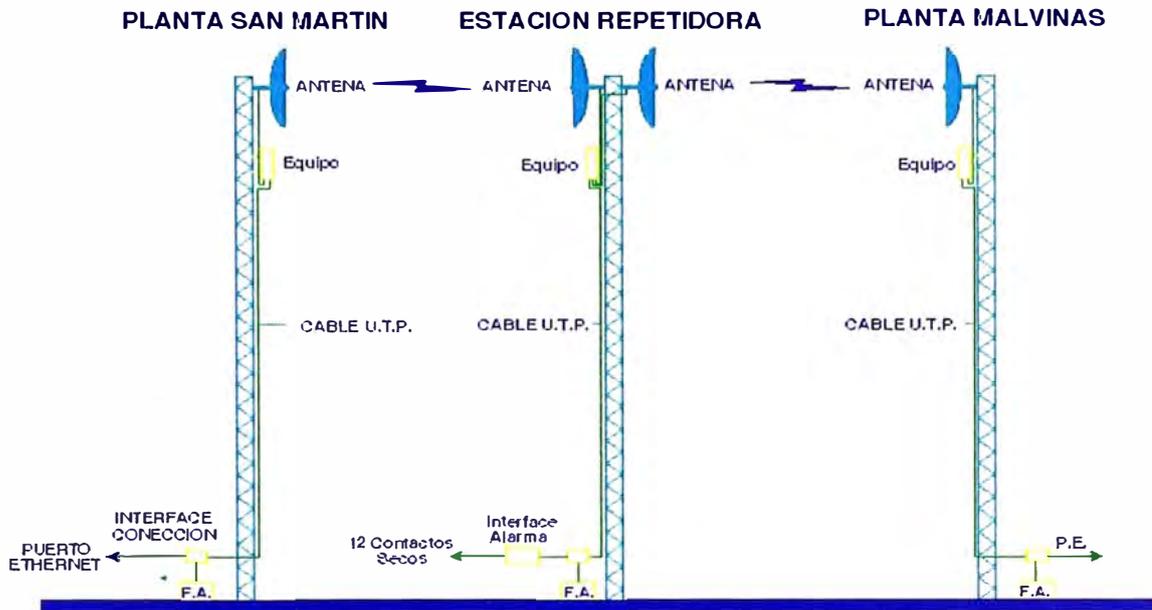


Fig. 2.4 Arquitectura de red del enlace inalámbrico

2.5 Detalle de las estaciones.

2.5.1 Estación Malvinas.

Malvinas es la primera locación donde se instalarán los equipos del enlace inalámbrico.

En esta ubicación se tiene instalada una torre de comunicaciones el cual es un mástil arriostrado de 84 metros de altura el cual aloja antenas de sistemas de VHF/UHF ubicadas a distintos niveles de altura.

La sala en la cual se ubicarán las nuevas instalaciones es del tipo de material pre armado, con piso al nivel de terreno y techo con caída de agua libre.

La altura libre entre el nivel de piso y techo de la sala es de 2,62 metros en la parte más favorable.

En el local se encuentran instalados equipamiento radioeléctrico de HF, VHF y central telefónica.

La mayor parte del equipamiento se encuentra ubicado en un rack normalizado de 19" con capacidad para albergar las instalaciones complementarias del radio enlace a instalar.

En esta sala de equipos se cuenta con red de energía de 220 VCA y también se tiene instalado un sistema de protección con pozos de tierra interconectados para mayor protección.

Tabla N° 2.1 Consumo del equipamiento a instalar.

DESCRIPCION	CONSUMO
Terminal de radio enlace	70 Watts.
Convertidor óptico	7,2 Watts

2.5.2 Estación San Martín.

La locación de San Martín es el lugar en donde se encuentran los pozos productores y desde el lugar denominado San Martín 2 se enlazará el sistema de radio enlace con Malvinas.

En esta ubicación se encuentra instalada una torre de comunicaciones la cual es utilizada para los sistemas de radios VHF, y tiene una altura de 48 metros.

La sala en la cual se ubicarán las nuevas instalaciones resulta un contenedor metálico, con piso al nivel de terreno y techo con caída de agua libre. Este tiene una altura de 2.50 metros y cuenta con un rack normalizado de 19”.

El contenedor cuenta con alimentación eléctrica de 220v la cual es instalada mediante un cable que llega desde San Martín 1 a 600 metros de distancia. Se planea instalar sistemas de pozos de tierra para la protección eléctrica de los sistemas a instalar.

Tabla N° 2.2 Consumo del equipamiento a instalar.

DESCRIPCION	CONSUMO
Terminal de radio enlace	70 Watts.

2.5.3 Estación Repetidora.

Esta ubicación se determino como el mejor emplazamiento para instalar los equipos necesarios para realizar el salto en el radio enlace a instalar entre Malvinas y San Martín.

El espacio elegido se encuentra ubicado en la progresiva 4000 del gaseoducto que une la planta de Malvinas con los pozos productores de San Martín.

En la zona no se cuenta con ningún tipo de infraestructura existente y se planea construir un helipuerto en el futuro.

En la ubicación no se cuenta con energía eléctrica y se deberá planear una forma de alimentación solar diseñada para el siguiente consumo del equipo.

Tabla N° 2.3 Consumo del equipamiento a instalar.

DESCRIPCION	CONSUMO
Terminal de radio enlace	70 Watts.

2.6 Trabajos a realizar.

2.6.1 Trabajos a realizar en Malvinas.

a. Estructura para antenas.

Se debe proveer e instalar lo siguiente:

Bandeja porta cables de 0,40 metros de ancho por 1,70 metros de largo entre el mástil para antenas y la sala operativa, a los efectos de sustentar el cable de interconexión del nuevo sistema y los cables coaxiales existentes.

Sistema antirrotor conformado por:

Estrella antirrotora a ubicar a los 36 metros de altura de la estructura.

Kit de riendas para el sistema antirrotor de 10 mm de diámetro.

Las riendas del sistema antirrotor deberán sujetarse a los anclotes existentes a 35 metros del pie del mástil.

b. Equipos radioeléctricos.

Se deberá instalar una terminal de radio digital a operar en tecnología de Espectro Expandido en la banda de frecuencias de 2,4 GHz con una velocidad operativa de 11 Mbps.

De ser necesario canalizar mayor información que la prevista, ya sea de voz, video o la incorporación de la Planta San Martín 3 al sistema, deberá optarse por instalar una terminal a operar en la banda de 5,7 GHz a una velocidad de 54 Mbps.

En ambas alternativas la terminal se encontrara conformada por:

- Unidad de radio de instalación exterior.
- Antena Paraboloide o parabólica según la banda de frecuencias a utilizar.
- Interfase de interconexión interior.

- Fuente de alimentación de 220 VCA / 12 VCC. – 20 W.

El sistema dispondrá de un canal de alarmas para la tele supervisión del sistema de radio y determinados parámetros de la estación repetidora cuya unidad terminal deberá instalarse en la Sala de Control de la planta. La unidad dispondrá de 12 contactos secos para trasladar los distintos estados al sistema de monitoreo.

Tanto la unidad de radio como la antena deberán ubicarse sobre la estructura para antenas a un nivel de 42 metros de altura.

El conjunto se vinculara con la interfaz de interconexión mediante cable del tipo “UTP Clase 5 Extendida” a sustentar sobre la estructura con elementos de sujeción adecuados.

El ingreso del cable UTP a la sala de equipos deberá efectuarse mediante pasa cables estanco adecuado y deberá desplazarse hasta el rack de equipos existente mediante bandeja porta cables de 0,40 metros de ancho a proveer e instalar.

Tanto la unidad de interfase como la fuente de alimentación se ubicarán en el rack para equipos actualmente existente.

c. Sistema de conmutación.

A los efectos de permitir la conmutación automática desde la red de fibra óptica existente entre las Plantas de Malvinas y San Martín hacia el sistema de radio enlace de backup, en caso de interrupción de la primera, se deberán instalar los siguientes elementos:

Un switch (conmutador) con manejo de protocolo TCP/IP.

d. Sistema de interconexión entre salas.

La Sala de Control de la planta, a la cual deberá acceder la información de telecontrol de la Planta San Martín, deberá vincularse con la Sala de Radio existente mediante vínculo físico de fibra óptica conformado por:

Dos conversores ópticos, para fibra multimodo, con interfaz SC/SC.

Cable de fibra óptica externa con gel, multimodo, de 6 hebras como mínimo.

Dos distribuidores de fibra óptica (ODF), para terminación de la fibra en sus extremos.

Pigtail de FO, del tipo SC.

En la sala de radio el conversor óptico y el ODF se instalarán en el rack para equipos existente, debiéndose ubicar el equipamiento correspondiente a la Sala de Control en el rack disponible para el resto del equipamiento de comandos.

e. Sistema de energía.

Los sistemas a instalar se alimentarán con la energía de 220 VCA disponible en la sala de radio existente.

En dicha sala el rack para equipos se encuentra energizado desde un tablero seccionador existente a través de una llave térmica de 20 A.

A los efectos de alimentar el equipo de radio y conversor óptico se deberá instalar un tablero de energía adicional al existente provisto de llave térmica de 10 Amper.

Se deberá instalar una Fuente Ininterrumpida de Energía (UPS) de características "ON LINE" de 1200 W con una capacidad de reserva mínima de 5 horas. Desde la misma se alimentará al sistema radioeléctrico y conversor óptico.

La UPS deberá ubicarse en el rack existente el cual cuenta con lugar disponible para su instalación.

f. Puestas a tierra.

Se deberá verificar el sistema de puesta a tierra existente tanto para la estructura como para la sala de radio, efectuando las mediciones de conductividad necesarias. La verificación se efectuará de acuerdo a la Norma ANSI/IEEE Std. 80-1986

El equipamiento radioeléctrico y su gabinete a instalar sobre la estructura para antenas deberán vincularse al sistema de puesta a tierra de la misma.

Igual criterio deberá seguirse para los elementos a ubicarse en el interior de la sala.

2.6.2 Trabajos a realizar en San Martín**a. Estructura para antenas.**

Se debe proveer e instalar lo siguiente:

Bandeja porta cables de 0,40 metros de ancho por 3,45 metros de largo entre el mástil para antenas y la sala operativa, a los efectos de sustentar el cable de interconexión del sistema de radio a instalar y los cables coaxiales existentes.

Estrella antirrotora a ubicar a los 42 metros de altura de la estructura en reemplazo del nivel actual de riendas.

Kit de riendas para el sistema antirotor de 10 mm de diámetro.

Las riendas del sistema antirrotor deberán sujetarse a los anclotes existentes a 15 metros del pie del mástil.

b. Equipos radioeléctricos.

Se deberá instalar una terminal de radio digital a operar en tecnología de Espectro Expandido en la banda de frecuencias de 2,4 GHz con una velocidad operativa de 11 Mbps.

De ser necesario canalizar mayor información que la prevista, ya sea de voz, video o la incorporación de la Planta san Martín 3 al sistema, deberá optarse por instalar una terminal a operar en la banda de 5,7 GHz a una velocidad de 54 Mbps.

En ambas alternativas la terminal se encontrara conformada por:

- Unidad de radio de instalación exterior.
- Antena Paraboloides o parabólica según la banda de frecuencias a utilizar.
- Interfase de interconexión interior.
- Fuente de alimentación de 220 VCA / 12 VCC. – 20 W.

El sistema dispondrá de un canal para un sistema de alarmas de control del radio enlace y de determinados parámetros de la estación repetidora.

Tanto la unidad de radio como la antena deberán ubicarse sobre la estructura para antenas a un nivel de 45 metros de altura.

El conjunto se vinculara con la interfaz de interconexión mediante cable del tipo “UTP Clase 5 Extendida” a sustentar sobre la estructura con elementos de sujeción adecuados.

El ingreso del cable UTP a la sala de equipos deberá efectuarse mediante pasa cables estanco adecuado y deberá desplazarse hasta el rack de equipos existente mediante bandeja porta cables de 0,40 metros de ancho a proveer e instalar.

Tanto la unidad de interfase como la fuente de alimentación se ubicarán en el rack para equipos actualmente existente.

c. Sistema de conmutación.

A los efectos de permitir la conmutación automática desde la red de fibra óptica existente entre las Plantas de Malvinas y San Martín hacia el sistema de radio enlace de backup, en caso de interrupción de la primera, se deberán instalar los siguientes elementos:

- Un switch (conmutador) con manejo de protocolo TCP/IP a ubicar en ámbito del sistema de control (shelter de San Martín 1).

d. Sistema de interconexión entre salas.

La Sala de Control propia de la Planta San Martín, a la cual deberá acceder la información de telecontrol proveniente de la Planta Malvinas, se vinculará con la Sala de Radio mediante vínculo físico de fibra óptica actualmente existente y los siguientes elementos accesorios:

Dos convertidores ópticos, para fibra multimodo, SC/SC.

Dos Distribuidores de fibra óptica (ODF), para terminación de la fibra en sus extremos.

Pigtail de FO, del tipo SC.

En la sala de radio el convertidor óptico y el ODF se instalarán en el rack para equipos existente, en tanto que en la Sala de Control se ubicarán en gabinete disponible para el resto de los sistemas.

e. Sistema de energía.

Los sistemas a instalar se alimentarán con la energía de 220 VCA a disponer en la sala de radio (contenedor).

En dicha sala el rack para equipos existente se deberá energizar desde un tablero seccionador a instalar con llaves térmicas adecuadas al consumo.

Se deberá instalar una Fuente Ininterrumpida de Energía (UPS) de características "ON LINE" de 1200 Watts con una capacidad de reserva operativa de 5 horas. Desde la misma se alimentará al sistema radioeléctrico y al conversor óptico.

La UPS deberá ubicarse en el rack existente el cual cuenta con lugar disponible para su instalación.

f. Sistema de puesta a tierra.

Se deberá vincular las instalaciones de la sala operativa (contenedor) al sistema de puesta a tierra de la estructura para antenas existente muy próxima a dicha sala.

Previamente se deberá verificar la calidad de conductividad de la puesta a tierra, de acuerdo a la Norma ANSI/IEEE Std 80-1986

2.6.3 Trabajos a realizar en la Estación Repetidora

a. Adecuación del sitio.

Se deberá efectuar el nivelado necesario del terreno en un área de 10 m por 10 m y el desmalezado de dicha área. No implica desmonte de arboleda dado que se dispone del lugar libre de árboles. Asimismo deberá preverse un correcto acceso desde el camino existente hasta el lugar de instalación cuya elevación desde el mismo es de unos 4 metros.

b. Estructura para antenas.

Se deberá proveer e instalar la estructura para antenas con las siguientes características:

- Mástil del tipo 4512 de 48 metros de altura, pintado con los colores exigidos para balizamiento diurno.
- Kit de montaje completo (grilletes, tensores, guardacabos, bulonería, etc).
- Kit de riendas completo de cable de acero, para tres planos a 120°.
- Sistema de estrella antirrotora para evitar torsiones de la estructura y desapuntamientos de antenas.
- Sistema de pararrayos.

c. Espacio operativo.

Para el alojamiento de equipamiento e instalaciones complementarias, se deberá proveer e instalar un shelter de 2.00 metros de largo x 1,20 metros de ancho x 2,50 metros de altura el cual deberá incluir:

- Instalación eléctrica.
- Tablero con llaves electromagnéticas y disyuntor.
- Iluminación interior y exterior.
- Revestimiento interior en corlock.
- Aislamiento térmico en poliestireno expandido, piso de goma.

El shelter deberá ubicarse sobre una platea de hormigón armado de 2,00 metros de longitud x 1,20 metros de ancho.

En el espacio operativo se deberán instalar los elementos complementarios del sistema de radio enlace y energía.

Asimismo se deberá proveer e instalar un rack abierto de 19" normalizado para 20 unidades para sustentar a los elementos complementarios.

d. Equipamiento radioeléctrico.

Se deberá proveer e instalar una repetidora digital a operar en tecnología de Espectro Expandido en la banda de frecuencias de 2,4 GHz con una velocidad operativa de 11 Mbps.

En caso de optarse por la incorporación al sistema de la Planta San Martín 3 la repetidora deberá operar en la banda de 5,8 GHz con una velocidad operativa de 54 Mbps.

La estación repetidora se encontrara conformada por:

Dos unidades de radio de instalación exterior.

Dos antenas Paraboloides de 0,80 metros o parabólicas de 0,60 metros de diámetro según la banda de frecuencias a utilizar.

Interfase de tele supervisión de la estación repetidora y alimentación del sistema.

El sistema radioeléctrico deberá contar con un canal de alarmas que permitirá la tele supervisión de los distintos elementos componentes de la estación repetidora, como son, funcionamiento de las etapas de radio, balizamiento de la estructura, estado de las baterías del sistema de energía y algún otro tipo de verificación remota. A esos efectos deberá disponerse de interfase con un mínimo de doce contactos secos.

Tanto las unidades de radio colocadas en un gabinete estanco como las antenas deberán ubicarse sobre la estructura para antenas a un nivel de 48 metros de altura.

Las unidades de radio frecuencia exterior se vincularan con la interfase de tele supervisión de la estación repetidora mediante cable del tipo “UTP Clase 5 Extendida” a sustentar sobre la estructura con elementos de sujeción adecuados.

El ingreso del cable UTP a la sala de equipos deberá efectuarse mediante pasa cables estanco adecuado.

e. Sistema de energía.

Se deberá proveer e instalar un sistema de alimentación eléctrica mediante energía solar para los siguientes parámetros:

Consumo de equipamiento:	100 W permanentes.
Tensión de trabajo:	12 VCC
Autonomía mínima:	5 días al 70 %
Criterio de dimensionamiento:	Peores condiciones de radiación solar.
Factor de seguridad:	1.15 (15 %)

El sistema deberá verse conformado por los siguientes elementos:

- 16 módulos fotovoltaicos del tipo Solartec o Kyocera KS60 o similar.
- Dos estructuras soporte del tipo para módulos fotovoltaicos.
- Dos reguladores del tipo Solartec JP7-12 o similar.
- Un Kit de conexión 12 V, módulos – caja de conexión.
- Un tablero de distribución de CC.
- Un kit de balizamiento para dos niveles.
- Dos bancos de baterías tubulares abiertas de 12VCC 850 A-H C100 del tipo Autobat , conformado cada uno por 6 elementos BTY410 en serie de 2 V-850 A-H en 100 Hs a 1,80 Vf c/u, conectados en paralelo formando un conjunto de 12V-1700 A-H con estantería, conectores y accesorios.
- Un gabinete para alojamiento de baterías.

Como alternativa puede considerarse la provisión de lo siguiente:

- Dos bancos de baterías selladas tubular de 6 elementos del tipo DGXi85-19 en serie de 2V-890 A-H en 100 Hs a 1,80 Vf c/u conectados en paralelo formando un conjunto de 12 V-1780 A-H, con gabinete, conectores (apilable).

Los bastidores para los módulos fotovoltaicos se ubicaran sobre una platea de hormigón de 3 metros de longitud por 1 metro de ancho.

La ubicación final de la platea será determinada en función de la proyección del mínimo grado de sombra sobre los paneles solares.

f. Cerramiento del área.

A los efectos de demarcar y brindar seguridad en un área de 10 m x 10 m, destinada al alojamiento de equipos, se deberá proveer e instalar un cerco de protección perimetral con las siguientes características:

- Altura: 2 metros.
- Tipo: De alambre mallado con protección superior de alambre con púas.
- Postes: Prearmados del tipo standard de H° A°.
- Portón: De puertas batientes con un ancho mínimo de 2 metros.

2.7 Informe Radioeléctrico.

2.7.1 Objetivo.

A los efectos de determinar las posibilidades y parámetros a los cuales deberá responder el sistema de Radio enlace Camisea que vinculará las Plantas de Malvinas y San Martín, mediante sistema radioeléctrico a operar en tecnología de espectro expandido, se procedió a realizar los estudios que comprendieron las siguientes tareas:

Relevamiento de las trazas en las cuales se proyectara el haz radioeléctrico.

Determinación del grado de obstáculos presentes en las trazas.

Confección de los perfiles topográficos en los cuales se volcaron los obstáculos determinados en cada traza.

Determinación de las alturas en las cuales se deberán instalar las antenas en ambas terminales y en la estación repetidora.

Cálculos de enlace.

Disponibilidad de los enlaces en condición de espacio libre para las distancias de cada salto radioeléctrico.

El presente relevamiento ha sido desarrollado bajo las pautas o parámetros abajo detallados los cuales se explican a lo largo de este capítulo.

2.7.2 Configuración de la Red.

La red se vera configurada por:

Estación fija Planta Malvinas

Estación repetidora

Estación Planta San Martín

2.7.3 Banda de Frecuencias.

Las bandas consideradas son las siguientes:

Banda de 2400 MHz – Prioritaria

Banda de 5700 MHz – Alternativa

La banda de 5700 MHz deberá ser utilizada en caso de requerirse mayor velocidad de información para el sistema originalmente previsto.

2.7.4 Estudio de las sendas y perfiles topográficos.

El análisis de las trazas radioeléctricas se efectuaron con la ayuda de cartas topográficas editadas por el Instituto Geográfico Nacional del Perú en escala 1:100.000, además de verificarse en las mismas el tipo de obstáculo predominante.

En función de los relevamientos efectuados se confeccionaron los perfiles topográficos correspondientes, volcándose en los mismos los obstáculos con incidencia a tener en cuenta en la concreción de los futuros enlaces.

Los estudios se realizaron con programa especial PathLoss versión 4.0

2.7.5 Efecto de Refracción sobre la Propagación.

a. Índice de Refracción.

A continuación se estudia el efecto de la refracción y la forma de expresarlo en términos de una degradación del margen de desvanecimiento. En ITU-R Rc.369 y Rc.453 se define la atmósfera de referencia para la refracción. La variación del índice de refracción n es una función de la altura sobre el nivel del mar, de las condiciones atmosféricas y de la época del año. Se ha determinado la siguiente ley de variación:

$$n(h) = 1 + a \cdot \exp(-b \cdot h) \quad (2.1)$$

donde, a y b son constantes que se determinan por métodos estadísticos y h es la altura sobre el nivel del mar en Km. El índice de refracción se define como el cociente entre la velocidad de propagación de la onda radioeléctrica en el vacío y la velocidad de la onda a la altura h en la atmósfera. Como referencia se ha determinado el valor:

$$n(h) = 1 + 315 \cdot \exp(-0,136 \cdot h) \cdot 10^{-6} \quad (2.2)$$

En palabras, a la altura del nivel del mar ($h = 0$ km) el índice de refracción es 1,000315. Como el índice n disminuye desde 1,000315 en forma exponencial con el incremento de la altura se dice que en una atmósfera normal la derivada del índice respecto de la altura ($\delta n / \delta h$) o gradiente, es negativa. Ver a tal efecto la Fig. 2.5

b. Coíndice de Refracción.

Como el valor de n es cercano a la unidad se prefiere definir el coíndice de refracción N como:

$$N = (n-1) \cdot 10^6 \quad (2.3)$$

es decir, para $n=1,000315$ el $N=315$, lo cual resulta en un valor más cómodo. En la Fig. 2.5 se muestra un ejemplo. El valor de N y n es una función climática:

$$N = 77,6/T \cdot (P + 4810 \cdot e/T); \text{ donde } P = 216,7 \cdot e/T \quad (2.4)$$

P es la presión atmosférica en milibares, e es la presión del vapor de agua en mb y T la temperatura en grados Kelvin. La relación e/T da lugar a la concentración del vapor de agua p en gr/m^3 .

c. Modulo de Refracción M.

Es el exceso del índice modificado con relación a la unidad:

$$M = (n + h/R_o - 1) \cdot 10^6 \quad (2.5)$$

donde $(n + h/R_o)$ se denomina índice de refracción modificado y está determinado por la altura h y el radio de la Tierra $R_o=6370$ Km. Cuando h corresponde al nivel del mar el valor de M corresponde a N , es decir:

$$M = N + h/R_o \cdot 10^6 \quad (2.6)$$

Obsérvese que el valor de M se incrementa con la altitud. Como el índice de refracción n disminuye con la altura se tiene que la onda radioeléctrica se curva hacia abajo debido a la ley de Snell. Por ello es importante el valor del gradiente entre el índice y la altura cercano a la superficie de la Tierra.

d. Gradiente del Índice de Refracción.

Se ha definido el gradiente normal del índice de refracción al valor mediano del gradiente en los primeros 1000 m de altura para zonas templadas. El mismo corresponde a $N(h)$:

$$h = 0 \text{ Km}; \quad n(0) = 1,000315 \quad \text{y} \quad N(0) = 315$$

$$h = 1 \text{ Km}; \quad n(1) = 1,000275 \quad \text{y} \quad N(1) = 275: \quad \delta N/\delta h = -40 \text{ N/Km}$$

Una atmósfera se define como subnormal (sub-estándar) cuando el gradiente supera el umbral de $-40/Km$ y como supernormal (super-estándar) si es inferior a $-40/Km$.

Como se trata de un valor normal el 50% del tiempo se está por encima o por debajo de este umbral. Los valores de $\delta N/\delta h$ dependen del clima y en la Fig. 2.5 se muestra la información para América.

e. Condiciones de Propagación.

Los factores atmosféricos que intervienen en la propagación son:

-Convección: producida por el calentamiento del suelo lo cual introduce una reducción de temperatura con la altura. Se encuentra en tiempo claro y corresponde a una propagación estándar.

-Turbulencia: producida por efecto del viento y con condiciones de propagación estándar.

-Advensión: se trata de un desplazamiento horizontal de masas de aire debido al intercambio de calor y humedad entre el aire y el suelo. Cuando una masa de aire cálido y seco incide desde la tierra hacia el mar las capas inferiores se enfrían y se cargan de humedad lo cual crea una capa de inversión del índice de refracción.

-Subsidencia: correspondiente a un desplazamiento vertical de aire a alta presión lo cual genera una capa de inversión del índice de refracción. Dicha capa se denomina conducto y produce una propagación de múltiples trayectorias.

-Enfriamiento: producido durante la noche por irradiación de la tierra lo que introduce una inversión del gradiente de temperatura.

-Niebla: produce una variación en el gradiente del índice de refracción. Si existe una inversión en el gradiente de temperatura la presión del vapor aumenta con la altura y se produce una propagación sub-estándar.

La propagación estándar es favorecida por la baja presión, la turbulencia y el cielo cubierto. En cambio la propagación no estándar se ve favorecida por la alta presión, la subsidencia y el cielo claro. Las mejores condiciones de propagación se obtienen con terrenos ondulados (debido a las corrientes verticales de aire), con trayectos oblicuos (debido al cruce de capas atmosféricas en forma transversal), en época invernal y por la noche.

f. Radio Ficticio de la Tierra.

Como la onda radioeléctrica se curva hacia abajo en una atmósfera normal, se define el factor de radio ficticio de la Tierra K que permite suponer a la onda en una propagación rectilínea y a la Tierra con un radio aparente R_a distinto al radio real R_o :

$$R_a = K \cdot R_o \quad \text{donde } R_o \text{ es } 6370 \text{ Km.} \quad (2.7)$$

La curvatura del rayo en la atmósfera se relaciona con el gradiente del índice mediante:

$$1/\sigma = - \delta n / \delta h \quad (2.8)$$

con σ el radio de curvatura del rayo. La curvatura de la Tierra respecto de la curvatura del rayo es:

$$1/R_o - 1/\sigma = 1/K \cdot R_o \quad (2.9)$$

Por lo tanto, el valor de K se relaciona con el coíndice de la siguiente forma de acuerdo con ITU-R I.718-2:

$$K = (1 + R_o \cdot \delta n / \delta h)^{-1} = (1 + 0,00637 \cdot \delta N / \delta h)^{-1} \quad (2.10)$$

El valor de K sigue las estadísticas de N. Se dice que el horizonte de la Tierra se "levanta" cuando K es inferior al valor promedio. Para $\delta N / \delta h = -40 / \text{Km}$ el valor de K es de 1,34 (conocido como 4/3); esto corresponde a un radio aparente de la Tierra de 8500 Km.

La curvatura del rayo depende del gradiente y los cambios de éste pueden producir conductos y propagación por caminos múltiples o desenfoque de las antenas. Además pueden producirse atenuaciones por obstrucción. En la propagación por el espacio libre la energía se dispersa en dos direcciones ortogonales respecto al sentido de propagación. Por ello la atenuación del espacio libre es una función cuadrática de la distancia. Según ITU-R I.718-2 en el caso de altos valores de gradiente del índice se produce una reflexión en un conducto atmosférico y la atenuación es menor pudiendo llegar a ser proporcional a la primer potencia de la distancia. En el caso extremo de un conducto continuo entre antenas emisora y receptora la atenuación del espacio es:

$$A_o = 32,5 \text{ dB} + 20 \cdot \log f + 10 \cdot \log d \quad (2.11)$$

que para una distancia de 50 km corresponde a una diferencia de nivel de 17 dB.

La propagación normal es favorecida por la baja presión creada por turbulencias y el cielo cubierto. Generalmente provocadas en terreno rugoso o montañoso. El valor de $K = 4/3$ corresponde a una región de clima tropical templado. En regiones árticas el valor estándar corresponde a 1,2 mientras que en el trópico se incrementa a 1,6. Esta conclusión puede obtenerse de los valores presentados en la Fig. 2.5.

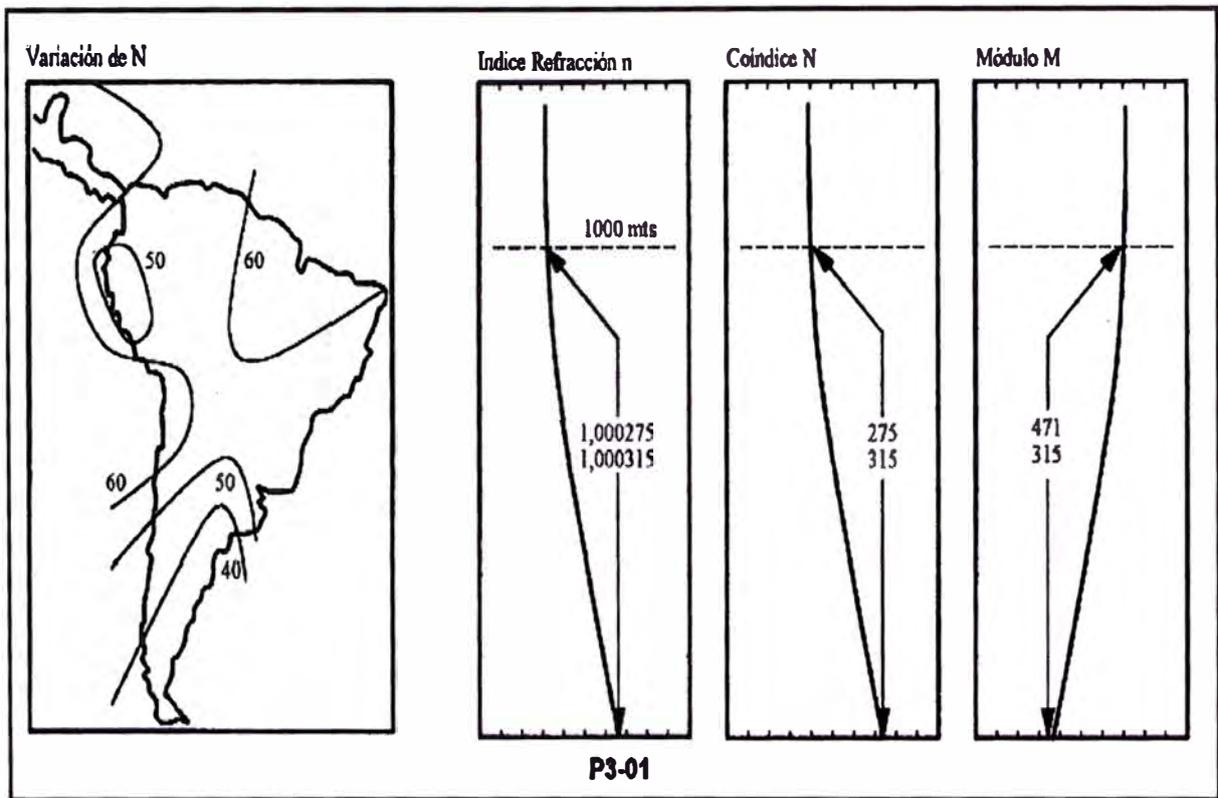


Fig. 2.5 Efecto de la refracción en la atmósfera.

El valor estándar de K se debe completar con el valor de K para el "peor caso". En ITU-R I.338-5 se indica el comportamiento de K en un clima tropical templado en función de la longitud del enlace para una atmósfera subnormal en el 99,9 % del tiempo. Por ejemplo, para una longitud del enlace de 50 Km el valor de $K= 0,8$ es superado el 99,9 % del tiempo.

g. Protuberancia del Terreno.

Un método de trabajo puede ser el siguiente: se gráfica en un reticulado ortogonal el perfil del terreno y el rayo que une las antenas tiene una curvatura de acuerdo con el valor de K . Otra posibilidad: se gráfica el perfil del terreno sobre una Tierra con curvatura correspondiente a $K= 4/3$ y el rayo es recto. En ambos casos se observa que la Tierra se levanta cuando el valor de K disminuye. Ambas posibilidades se tienen en la Fig. 2.6.

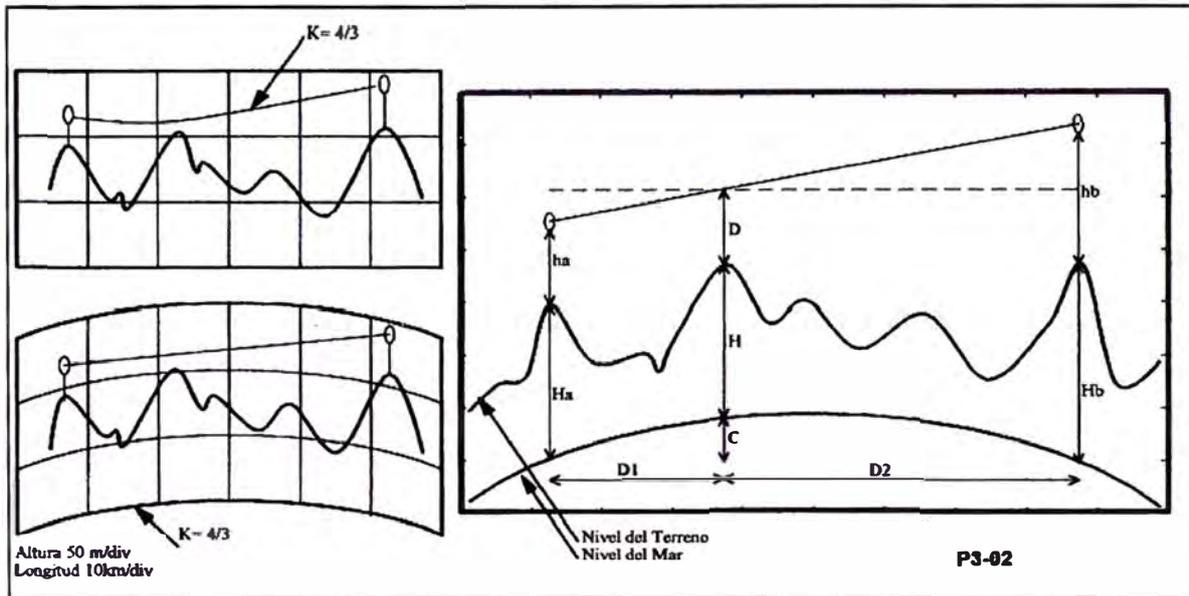


Fig. 2.6 Curvatura del rayo y factor K.

Se puede determinar el valor de la curvatura (protuberancia) de la Tierra en un punto del enlace mediante:

$$C = \frac{4 \cdot (d_1 \cdot d_2)}{51 \cdot K} \quad (2.12)$$

donde, C es la curvatura expresada en metros y las distancias d_1 y d_2 se indican en Km. El valor de C se incrementa cuando K disminuye. Cuando se efectúan inspecciones visuales de los obstáculos se debe tener en cuenta que los rayos luminosos no se curvan tanto como las microondas. La atmósfera normal para la luz visible tiene un $K=1,18$ (valor mínimo que corresponde a la refracción mínima y estable entre las 12 y 15 hs).

Téngase en cuenta que el valor usado como estándar ($K=1,34$ y $\delta N=-40$ /Km) es distinto para otros lugares del planeta. Por ejemplo, en algunas partes del sur de América se tiene $\delta N= -60$ /Km lo que corresponde a un valor de $K=1,62$. Si se supone un enlace de 50 Km con un obstáculo ubicado a $d_1=20$ Km y $d_2=30$ Km desde las estaciones. El valor de C para $K=4/3$ es de 35 mts mientras que el valor de C para $K=1$ es de 47 mts. Se puede decir que la variación del factor K desde $4/3$ a 1 produjo que la Tierra se "levante" 12 metros.

2.7.6 Efecto de la Difracción sobre la Propagación.

Una antena se asimila a un emisor de un frente de onda en expansión. De acuerdo con el principio de Huygen (físico holandés del siglo XVII) cada elemento del frente de la onda produce un frente de onda secundario. Es decir que, a la antena receptora llega señal desde cada punto del frente de onda (señal difractada); existen entonces infinitos caminos que unen las antenas. Como los rayos así difractados recorren un camino más extenso llegan con un cierto retardo que puede producir una interferencia que se suma o se resta de acuerdo con la fase relativa. El efecto queda determinado por una familia de elipsoides de Fresnel (matemático francés del siglo XIX) con focos en las antenas. En la Fig. 2.7 se observa un elipsoide genérico correspondiente a dicha familia.

a. Zonas de Fresnel.

Se denominan zonas de Fresnel a las coronas circulares concéntricas determinadas por los rayos difractados que se suman en fase y en contrafase en forma alternada. Dentro del elipsoide de revolución la primer zona de Fresnel se caracteriza por el radio F_1 a una determinada distancia de la antena.

En ITU-R I.715 se indica la relación entre los distintos elementos que interviene:

$$F_N = 550 \cdot \left\{ \frac{N \cdot d_1 \cdot d_2}{f \cdot (d_1 + d_2)} \right\}^{1/2} \quad (2.13)$$

donde d_1 y d_2 corresponden a las distancias desde las antenas en Km., f es la frecuencia en MHz y N es el número del elipsoide. El valor de F_N resulta en metros.

Las zonas pares ($N=2,4,6$, etc) tienen una contribución sustractiva de potencia pues el rayo directo y el difractado se suman en contrafase y las zonas impares tienen una contribución aditiva. La potencia de recepción es la suma de todas las contribuciones; las amplitudes de estas contribuciones disminuyen en la medida que se incrementa el orden N . Las zonas de Fresnel aportan una intensidad de campo proporcional a la superficie de la zona y a un factor de oblicuidad. A causa de este factor el aporte de cada zona disminuye con el orden de la zona. En conjunto el aporte combinado desde la zona 2 en adelante es solo la mitad del aporte de la primer zona.

El principio de Huygen es una interpretación teórica que responde a un efecto determinado de las leyes de Maxwell con las condiciones de contorno correspondientes a la presencia de un obstáculo. El resultado de la difracción producida por un obstáculo es como si ocurriera dicho principio. El despejamiento D indicado en la Fig. 2.6 determina la

separación entre el obstáculo y el rayo directo entre antenas. Es natural que el valor de D sea finito y por lo tanto se produzca una obstrucción de alguna parte de las zonas de Fresnel.

b. Atenuación por Obstrucción.

En la Fig 2.7 se muestra la atenuación introducida por el obstáculo en función de la relación entre el despejamiento y el primer radio de Fresnel $D/F1$ expresados en la misma unidad (K.Bullington-1947).

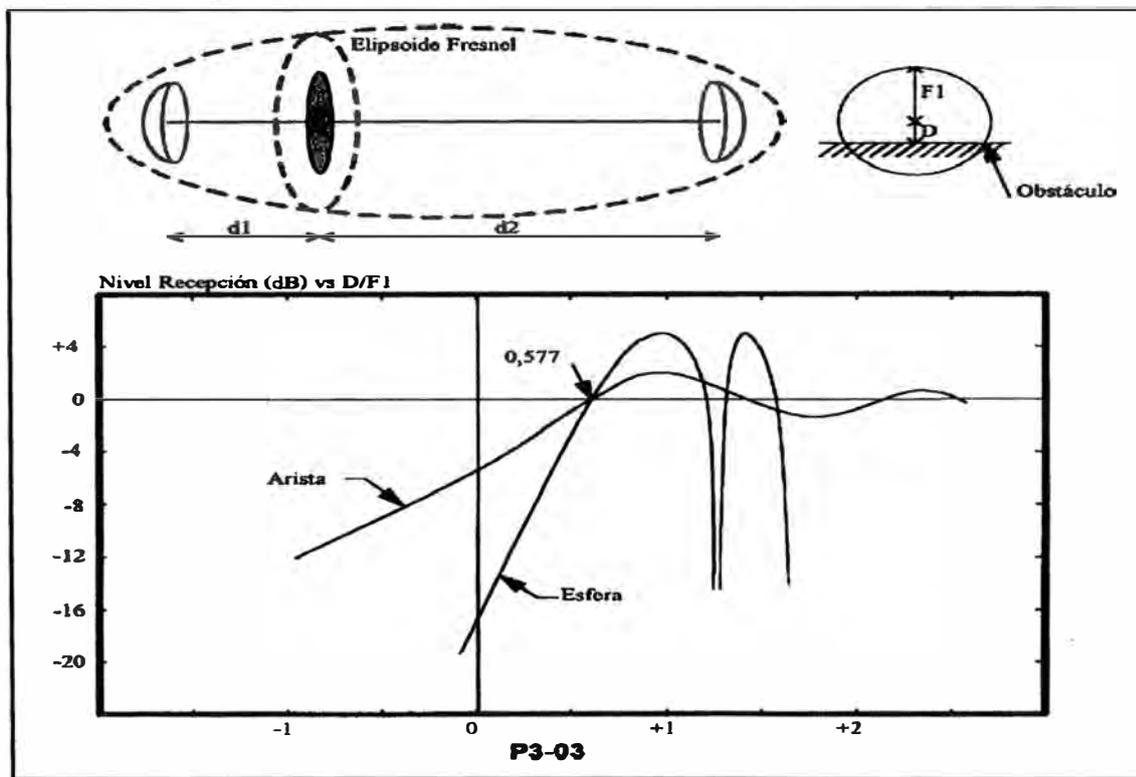


Fig. 2.7 Efecto de la difracción en la atmósfera.

El valor mostrado en la figura es válido cuando se trata de una atmósfera estándar. Cuando el valor de K es inferior a $4/3$ el rayo se curva hacia la Tierra y la obstrucción aumenta. Obsérvese que un horizonte representado por una esfera homogénea produce mayor atenuación por difracción que una arista (filos de cuchillo). La Tierra plana tiene una curva igual a la esfera homogénea por encima de $D/F1=0,2$; por debajo la atenuación es mayor a la esfera. La esfera o Tierra plana produce una inversión de fase de 180° en la reflexión; la cual varía de acuerdo con las imperfecciones del terreno.

La expresión para la arista se aproxima, para valores de $D/F1$ inferiores a -1, mediante:

$$A_t = 6,9 \text{ dB} + 20 \cdot \log \{D/F1 + [(D/F1)^2 + 1]^{1/2}\} \quad (2.14)$$

Téngase en cuenta que con $D/F1=0$ la atenuación es de 6 dB para una arista. En ITU-R I.338 se indica el valor para un obstáculo promedio:

$$A_t = 10 + 20 \cdot \log D/F1 \quad (2.15)$$

cuando el valor de $D/F1$ es inferior a -0,5.

Cuando el valor de $D/F1$ es positivo, es decir cuando el rayo pasa sobre el obstáculo se producen zonas de ganancia y atenuación sucesivas. Las mismas corresponden a obstaculizar las zonas pares e impares respectivamente. Un valor muy interesante corresponde a $D/F1$ cercano a 0,6. En este valor se compensa la atenuación producida sobre las zonas pares con las impares y el nivel de recepción es equivalente al obtenido en el espacio libre de obstáculos. En otras palabras, si se dispone de un despejamiento equivalente a $D = 0,6 \cdot F1$ se puede aplicar la teoría desarrollada en la ecuación del enlace. Este valor se denomina criterio de planificación o de despejamiento.

El ITU-R I.136 indica la atenuación promedio que introduce una arboleda como obstáculo cuando se encuentra cerca de la antena hasta una distancia de 400 m:

$$A = 0,2 \cdot f^{0,3} \cdot L^{0,6} \quad (2.16)$$

donde, la frecuencia se expresa en MHz (válida hasta 10 GHz) y la longitud L de la arboleda en m. El valor real es función de la densidad de la vegetación, la humedad de las hojas, la presencia de nieve acumulada en el follaje, etc. Cuando la arboleda se encuentra cerca de la antena la onda se propaga en su interior y sufre una atenuación por absorción. En cambio, si la arboleda se encuentra lejos de la antena se comporta como un obstáculo del tipo filo de cuchillo (arista) y produce difracción.

2.7.7 Ecuación del Enlace.

Los elementos involucrados en la ecuación del terreno teniendo en cuenta el efecto de protuberancia y de difracción de Fresnel son mostrados en la Fig. 2.6:

$-H1 = H_a + h_a$ altura del terreno sobre el nivel del mar más la altura de la antena en la estación A.

-H2= Hb+hb corresponde a la misma definición en la estación B.

-H3= C+H+D altura del rayo en el obstáculo constituido por la curvatura del terreno más la altura del obstáculo sobre el nivel del mar más un despejamiento adicional por difracción.

-d1, d2 son las longitudes desde las estaciones A y B hasta el obstáculo.

Se puede, a continuación, plantear una relación de proporcionalidad entre los elementos:

$$(H3-H1).d2 = (H2-H3).d1 \quad (2.17)$$

En general las incógnitas son las alturas de las antenas ha y hb. El valor de C es calculable en función de K y el valor D depende de la difracción.

2.7.8 Criterios de despejamiento adoptados.

Como se descubre de los ítems anteriores la curvatura de la Tierra es una función estadística de innumerables variables atmosféricas, climáticas y del terreno. El resultado es que la atenuación producida por el enlace es una variable de la cual se puede conocer el valor medio representado por la atenuación del espacio libre en el mejor de los casos.

Como se dispone de una función estadística de varias variables se han generado los denominados criterios de planificación. Se trata de reglas generales que se cumplen en la mayoría de los casos y permite resolver el problema de cálculo. Resultan ser de simple aplicación y a partir de dicho punto puede considerarse solo la atenuación del espacio libre.

En ITU-R I.338 se propone un resumen de los criterios de distintos países. Por ejemplo:

-Francia (Boithias y Battesti-1967): selecciona la peor de las siguientes condiciones:

.D= 0.F1 y C para el valor K en el 99,9%

.D= 1.F1 y C para K= 4/3

-El Reino Unido propone el valor de:

.D= 0,6.F1 y C para K= 0,8

-Alemania selecciona la más desfavorable de las siguientes condiciones:

.D= 0,3.F1 y C para K= 4/3

.D= 0.F1 y C para K= 1

-Los Estados Unidos (Vigants-1975) también selecciona entre las posibilidades siguientes:

.D= 0,3.F1 y C para K= 0,66

.D= 1.F1 y C para K= 4/3

-En el mismo Informe el ITU-R propone un criterio basado en las experiencias anteriores adoptando la condición más desfavorable entre:

- .D= 1.F1 y C para K= 4/3
- .D= 0.F1 y K para el 99,9% c/obstrucción aislada
- .D= 0,3.F1 y K para el 99,9% c/obstrucción continua
- .D= 0,6.F1 y K para el 99,9% trayectos mayores 30 Km

-Algunas compañías comerciales proponen criterios semejantes de planificación. La empresa Siemens se refiere a la condición más desfavorable entre las siguientes posibilidades:

Enlaces en UHF hasta 1000 MHz

- .D= 0,1.F1 y C para K= 0,66. Se considera una atenuación por obstáculo para K= 4/3

Enlaces entre 1500 y 2000 MHz

- .D= 0,6.F1 y C para K= 4/3
- .D= 0,3.F1 y C para K= 0,66

Enlaces superiores a 2000 MHz

- .D= 0,6.F1 y C para K= 0,66
- .D= 1.F1 y C para K= 4/3
- .D= 0,6.F1 y C para K= 4/3 (antena diversidad de espacio)

Para frecuencias en la gama de 500 a 1000 MHz suele ser necesario operar con márgenes negativos sobre los obstáculos, compensando la atenuación adicional con potencia de transmisión o ganancia de antenas. La atenuación de los coaxiales y el radio de Fresnel impiden la elevación de la altura de antenas.

Desde el punto de vista de la Fig 2.7 los criterios indican:

Se adopta un despejamiento de 0,6.F1 (caracterizado por una atenuación igual a la del espacio libre) durante el 99,9% del tiempo cuando K= 0,8 en 50 Km de longitud.

En cambio, se puede indicar un despejamiento igual al radio de Fresnel (D=1.F1) caracterizado por una ganancia de potencia durante el 50% del tiempo (K= 4/3).

No tiene sentido un criterio que indique D= 0.F1 y K= 4/3 ya que implica una atenuación adicional sobre el cálculo sobre el espacio libre durante el 50% del tiempo.

Un criterio con D= 1.F1 con K= 0,8 implica una sobre estimación (incremento de nivel sobre el 99,9 % del tiempo).

Se tomaron en cuenta despejamientos efectivos para un radio de 60% de zona Fresnel y condicionamientos de “K” terrestres 4/3 y 2/3 para la banda de frecuencias a utilizar.

2.7.9 Altura de las antenas a utilizar.

En función de los estudios de sendas efectuados, las frecuencias a utilizar y los criterios de despejamientos establecidos se determinaron las alturas de las antenas a utilizar en el sistema.

Antena Estacion Malvinas = 80 m

Antena Estacion Repetidora = 40m

Antena San Martín 2 = 40 m

2.7.10 Objetivos de disponibilidad de los sistemas.

Se establecieron los objetivos de calidad a alcanzar por el sistema del radio enlace en función de lo establecido por organismos reguladores internaciones los cuales establecen para grado medio:

Para un BER de $10E-6 = 99,95\%$ de disponibilidad

Dichos objetivos resultaron ampliamente superados para ambos saltos radioeléctricos dado que se determinaron las siguientes disponibilidades:

Para la Banda de 2400 MHz

Enlace Planta Malvinas – Repetidora: 100% de disponibilidad.

Enlace Repetidora – Planta San Martín: 99,9998 % de disponibilidad.

Para la Banda de 5700 MHz

Enlace Planta Malvinas – Repetidora: 100% de disponibilidad

Enlace Repetidora – Planta San Martín: 99,9996 de disponibilidad

2.7.11 Cálculos de enlaces y disponibilidad.

Los cálculos de enlace respectivos, se efectuaron en función de los objetivos de disponibilidad previamente establecidos y en los siguientes parámetros:

Rugosidad del terreno:	20 m
Obstrucción por Obstáculo:	Nula
Diversidad de frecuencia:	Nula
Diversidad de espacio:	Nula.
Potencia de Tx de equipo Central:	23 dBm
Umbral de Rx de equipos de abonados:	-89 dBm

a. Simulación entre Malvinas y la Estación Repetidora.

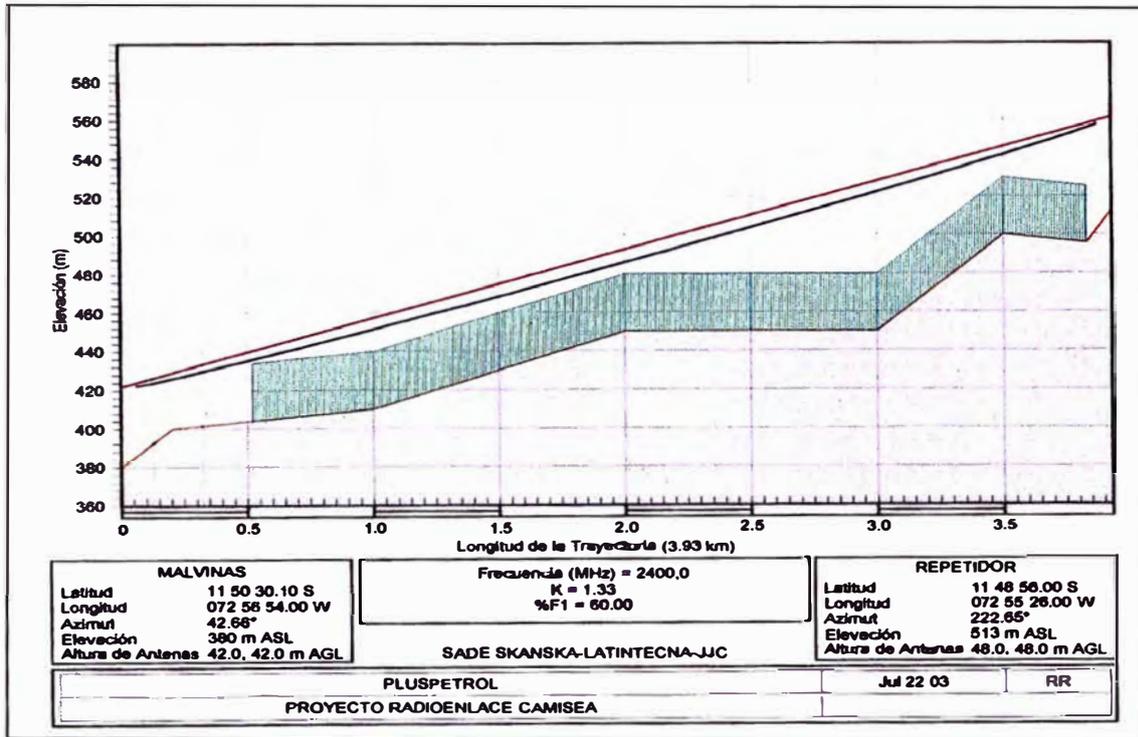


Fig. 2.8 Simulación para K=4/3 y 60% de Zona de Fresnel

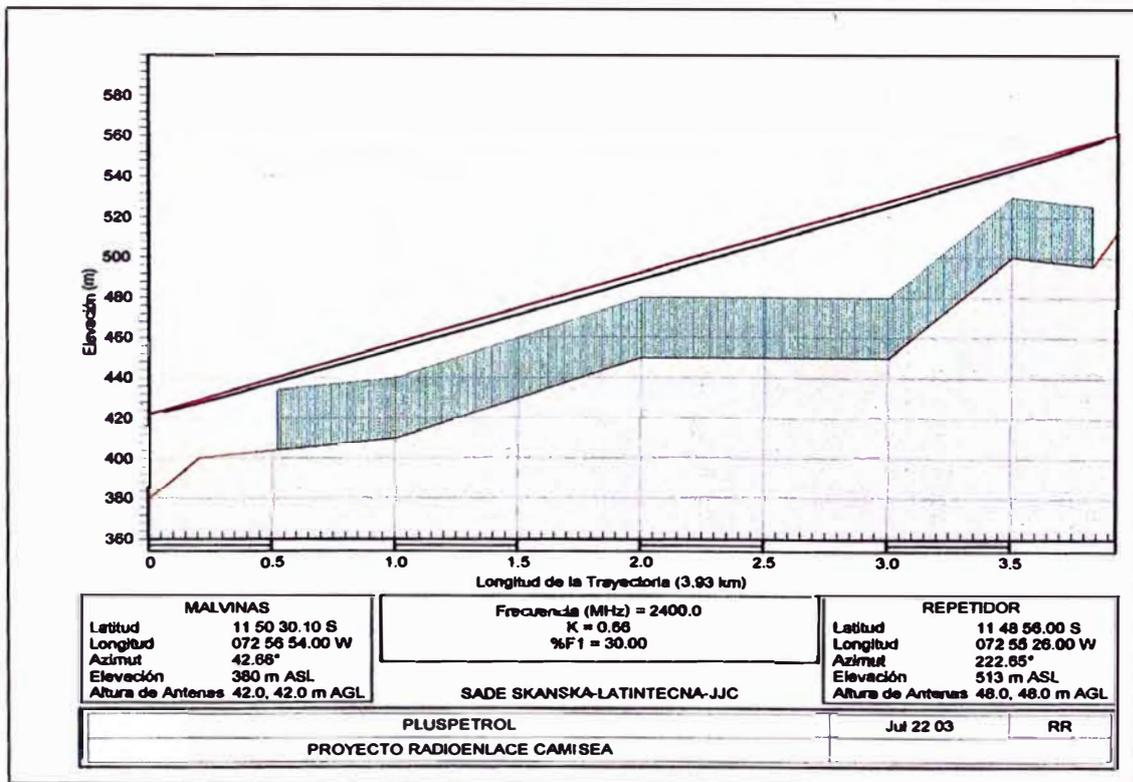


Fig. 2.9 Simulación para K=2/3 y 30% de Zona de Fresnel

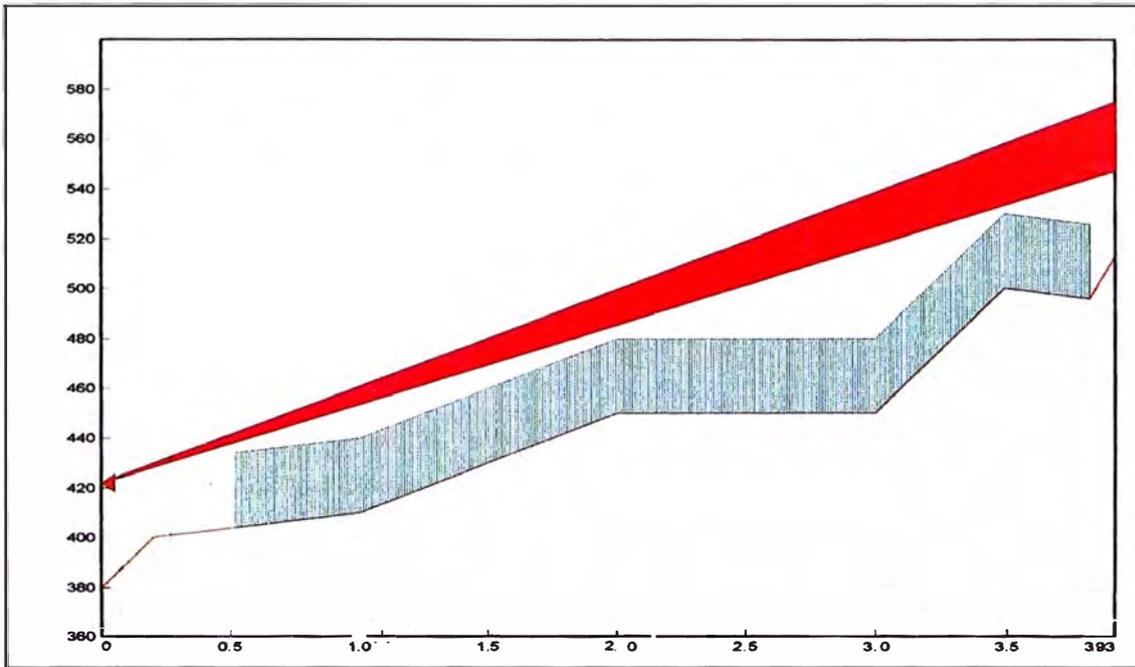


Fig. 2.10 Simulación de la emisión radioeléctrica desde Malvinas al Repetidor

Pathloss Datos del Terreno - MALVINAS-REPETIDOR bis.pl4 Mar, Jul 22 2003

	MALVINAS	REPETIDOR
Estado	PERU	PERU
Latitud	11 50 30.10 S	11 48 56.00 S
Longitud	072 56 54.00 W	072 55 28.00 W
Azimut real(°)	42.66	222.65
Distancia Calculada (km)		3.93
Distancia del Perfil (km)		3.93
Dato	Campo Inchauspe	
Zona UTM	18	18
Easting (km)	723.525	726.211
Northing (km)	8890.115	8892.987
Elevación (m)	380.00	513.00

Dist (km)	Elev (m)	Estructura (m)	Elev	Dist (km)	Elev (m)	Estructura (m)	Elev
0.00	380.0		TP	2.50	450.0		TP
0.20	400.0		TP	3.00	450.0		TP
0.22	400.4		TP	3.50	500.0		TP
0.52	404.1	30 T (RC)	TP	3.83	495.6	T (RF)	TP
1.00	410.0		TP	3.93	513.0		TP
2.00	450.0		TP				

Elevación del Suelo - AMSL, Altura de Antena y Estructura - AGL
 Tipo de Terreno
 PB - Pobre, TP - Promedio, TB - Bueno, AF - Agua Fresca, AS - Agua Salada
 Tipo de Estructura
 A - Árbol, E - Edificio, TA - Torre de Agua
 RI - rango inicial, RF - rango final, FT - fuera de trayectoria

Fig. 2.11 Datos de la simulación entre Malvinas y el Repetidor

Pachloss Altura de Antenas - MALVINAS-REPETIDOR bis.pl4 Mar, Jul 22 2003
Pagina 1 de 2

	MALVINAS	REPETIDOR					
Latitud	11 50 30.10 S	11 48 56.00 S					
Longitud	072 56 54.00 W	072 55 26.00 W					
Elevación (m)	380.00	513.00					
Distancia (km)	3.93						
Frecuencia (MHz)	2400.00						
Tolerancia de Libramiento (m)	10.0						
MALVINAS Altura de Antena TX	42.00 m						
REPETIDOR Altura de Antena RX	48.00 m						
Criterio de Libramiento - Principal							
Primer Criterio - K	1.33						
Primer Criterio - %F1	60.00						
Primer Criterio - Altura Adicional (m)	0.00						
Segundo Criterio - K	0.68						
Segundo Criterio - %F1	30.00						
Segundo Criterio - Altura Adicional (m)	0.00						
Dist (km)	Elev (m)	Estr (m)	Libr (m)	K (m)	%F1 (m)	FH. (m)	Crit.
0.52	404.1	30	1.7	0.1	4.5		1
0.56	404.6	30	2.4	0.1	4.6		1
0.60	405.1	30	3.2	0.1	4.8		1
0.64	405.6	30	4.0	0.1	4.9		1
0.68	406.0	30	4.8	0.1	5.0		1
0.72	406.5	30	5.6	0.1	5.1		1
0.76	407.0	30	6.4	0.1	5.2		1
0.80	407.5	30	7.2	0.1	5.3		1
0.83	408.0	30	8.0	0.2	5.4		1
0.87	408.5	30	8.8	0.2	5.5		1
0.91	408.9	30	9.6	0.2	5.6		1
1.24	419.4	30	9.9	0.2	6.2		1
1.28	421.0	30	9.7	0.2	6.2		1
1.31	422.6	30	9.4	0.2	6.3		1
1.35	424.1	30	9.2	0.2	6.3		1
1.39	425.7	30	9.0	0.2	6.4		1
1.43	427.3	30	8.8	0.2	6.4		1
1.47	428.9	30	8.5	0.2	6.4		1
1.51	430.4	30	8.3	0.2	6.5		1
1.55	432.0	30	8.1	0.2	6.5		1
1.59	433.6	30	7.9	0.2	6.5		1
1.63	435.2	30	7.7	0.2	6.5		1
1.67	436.7	30	7.5	0.2	6.6		1
1.71	438.3	30	7.3	0.2	6.6		1
1.75	439.9	30	7.1	0.2	6.6		1
1.79	441.4	30	6.9	0.2	6.6		1
1.83	443.0	30	6.7	0.2	6.6		1
1.86	444.6	30	6.5	0.2	6.6		1
1.90	446.2	30	6.3	0.2	6.6		1
1.94	447.7	30	6.1	0.2	6.6		1
1.98	449.3	30	6.0	0.2	6.6		1
2.00	450.0	30	5.9	0.2	6.6		1
2.04	450.0	30	7.3	0.2	6.6		1

Fig. 2.12 Resultados de simulación con Malvinas como TX y Repetidor como RX

<i>Pathloss</i>		Altura de Antenas - MALVINAS-REPETIDOR bis.pl4					Mar, Jul 22 2003	
							Pagina 2 de 2	
2.08	450.0	30	8.7	0.2	6.6	1		
MALVINAS Altura de Antena RX		42.00 m						
REPETIDOR Altura de Antena TX		48.00 m						
Criterio de Libramiento - Principal								
Primer Criterio - K		1.33						
Primer Criterio - %F1		60.00						
Primer Criterio - Altura Adicional (m)		0.00						
Segundo Criterio - K		0.66						
Segundo Criterio - %F1		30.00						
Segundo Criterio - Altura Adicional (m)		0.00						
Dist (km)	Elev (m)	Estr (m)	Libr (m)	K (m)	%F1 (m)	FH. (m)	Crit.	
0.52	404.1	30	1.7	0.1	4.5		1	
0.56	404.6	30	2.4	0.1	4.6		1	
0.60	405.1	30	3.2	0.1	4.8		1	
0.64	405.6	30	4.0	0.1	4.9		1	
0.68	406.0	30	4.8	0.1	5.0		1	
0.72	406.5	30	5.6	0.1	5.1		1	
0.76	407.0	30	6.4	0.1	5.2		1	
0.80	407.5	30	7.2	0.1	5.3		1	
0.83	408.0	30	8.0	0.2	5.4		1	
0.87	408.5	30	8.8	0.2	5.5		1	
0.91	408.9	30	9.6	0.2	5.6		1	
1.24	419.4	30	9.9	0.2	6.2		1	
1.28	421.0	30	9.7	0.2	6.2		1	
1.31	422.6	30	9.4	0.2	6.3		1	
1.35	424.1	30	9.2	0.2	6.3		1	
1.39	425.7	30	9.0	0.2	6.4		1	
1.43	427.3	30	8.8	0.2	6.4		1	
1.47	428.9	30	8.5	0.2	6.4		1	
1.51	430.4	30	8.3	0.2	6.5		1	
1.55	432.0	30	8.1	0.2	6.5		1	
1.59	433.6	30	7.9	0.2	6.5		1	
1.63	435.2	30	7.7	0.2	6.5		1	
1.67	436.7	30	7.5	0.2	6.6		1	
1.71	438.3	30	7.3	0.2	6.6		1	
1.75	439.9	30	7.1	0.2	6.6		1	
1.79	441.4	30	6.9	0.2	6.6		1	
1.83	443.0	30	6.7	0.2	6.6		1	
1.86	444.6	30	6.5	0.2	6.6		1	
1.90	446.2	30	6.3	0.2	6.6		1	
1.94	447.7	30	6.1	0.2	6.6		1	
1.98	449.3	30	6.0	0.2	6.6		1	
2.00	450.0	30	5.9	0.2	6.6		1	
2.04	450.0	30	7.3	0.2	6.6		1	
2.08	450.0	30	8.7	0.2	6.6		1	

Fig. 2.13 Resultados de simulación con Malvinas como RX y Repetidor como TX

 PLANILLA DE CALCULO DE ENLACE				
ESTACION A: PLANTA MALVINAS ESTACION B: REPETIDORA SALTO: PLANTA MALVINAS - REPETIDORA				
TIPO DE EQUIPOS				
MARCA:	MODELO:	CAPACIDAD:	11	Mbits
DATOS DEL ENLACE				
LONGITUD	Km		3.93	
FRECUENCIA	Mhz		2400	
SISTEMA CON DIVERSIDAD:			NO	
SEPARACION EN FRECUENCIA:	Mhz		0.00	
SEPARACION ESPACIO ENTRE ANTENAS:	Mts		0.00	
RUGOSIDAD:	m.		20.00	
FACTOR DE CONDICIONES CLIMATICAS:			2	
COEFICIENTE DE CLIMA ADOPTADO			0.002	
ZONA HIDROMETEOROLOGICA:			N	
INTENSIDAD LLUVIA EXCEDIDA 0.01% DEL TIEMPO:	mm.		130.00	
TIPO DE POLARIZACION			VERTICAL	
COEFICIENTE ALFA PARA CALCULO ATENUACION			NO APLICABLE	
COEFICIENTE K PARA EL CALCULO ATENUACION			NO APLICABLE	
DATOS DE EQUIPOS Y ELEMENTOS ACCESORIOS				
		ESTA		EST. B
POTENCIA DE EMISION:	dBm	23.00		
SENSIBILIDAD BER 10 ⁻³ :	dBm			
SENSIBILIDAD BER 10 ⁻⁶ :	dBm			-89.00
TIPO DE ANTENA:		DIRECTIVA		DIRECTIVA
ALTURA DE ANTENA:	m	42.00		48.00
GANANCIA DE ANTENA:	dBi	24.00		24.00
ATENUACION POR RADOME:	dB	0.00		0.00
TIPO DE ALIMENTADOR:		--		--
PERDIDA UNITARIA DE ALIMENTADOR:	dB/M	--		--
LONGITUD ALIMENTADOR:	m	0.00		0.00
PERDIDA TOTAL ALIMENTADOR:	dB	0.00		0.00
PERDIDA POR BRANCHING , FILTROS Y CONECT.	dB	1.00		1.00
CALCULO DE ENLACE				
ATENUACION POR OBSTACULO:	dB			
ATENUACION ESPACIO LIBRE:	dB		111.89	
ATENUACION POR ALIMENTADORES:	dB		0.00	
ATENUACION POR BRANCHING,FILTROS Y CONEC:	dB		2.00	
ATENUACION POR RADOME:	dB		0.00	
ATENUACION TOTAL:	dB		113.89	
NIVEL RX SIN FADING:	dB		-42.89	
MARGEN DE FADING:	BER dB	10 ⁻³		10 ⁻⁶ 48.11
TIEMPO DE CORTE POR FADING PLANO:	BER %			10 ⁻⁶ 0.00000
TIEMPO DE CORTE POR FADING SELECTIVO	%			0.00000
TIEMPO DE CORTE F.P + F.S	%			0.00000
MEJORAS POR DIVERSIDAD				
TIEMPO DE CORTE MEJORADO POR DIV. FRECUENCIA	%	0.00000		0.00000
TIEMPO DE CORTE MEJORADO POR DIV. ESPACIO:	%	0.00000		0.00000
INDISPONIBILIDAD POR LLUVIA				
ATENUACION POR LLUVIA 0.01 %	dB		NO APLICABLE	
TIEMPO DE CORTE POR LLUVIA:	%	0.00000		0.00000
TIEMPO DE CORTE TOTAL:	%	BER 10 ⁻³		BER 10 ⁻⁶ 0.00000
DISPONIBILIDAD:	%			100.0000
OBJETIVO GRADO MEDIO				99.99

Fig. 2.14 Planilla de calculo de enlace entre Malvinas y Repetidor. Parte 1

 PLANILLA DE CALCULO DE ENLACE				
ESTACION A: PLANTA MALVINAS ESTACION B: REPETIDORA SALTO: PLANTA MALVINAS - REPETIDORA				
TIPO DE EQUIPOS				
MARCA:	MODELO:	CAPACIDAD:	11	Mbits
DATOS DEL ENLACE				
LONGITUD	Km		3.93	
FRECUENCIA	MHz		5700	
SISTEMA CON DIVERSIDAD:			NO	
SEPARACION EN FRECUENCIA:	MHz		0.00	
SEPARACION ESPACIO ENTRE ANTENAS:	Mts		0.00	
RUGOSIDAD:	m.		20.00	
FACTOR DE CONDICIONES CLIMATICAS:			2	
COEFICIENTE DE CLIMA ADOPTADO			0.002	
ZONA HIDROMETEOROLOGICA:			N	
INTENSIDAD LLUVIA EXCEDIDA 0.01% DEL TIEMPO:	mm.		130.00	
TIPO DE POLARIZACION			VERTICAL	
COEFICIENTE ALFA PARA CALCULO ATENUACION			NO APLICABLE	
COEFICIENTE K PARA EL CALCULO ATENUACION			NO APLICABLE	
DATOS DE EQUIPOS Y ELEMENTOS ACCESORIOS				
			EST. A	EST. B
POTENCIA DE EMISION:	dBm		23.00	
SENSIBILIDAD BER 10 ⁻³ :	dBm			
SENSIBILIDAD BER 10 ⁻⁶ :	dBm			-89.00
TIPO DE ANTENA:			DIRECTIVA	DIRECTIVA
ALTURA DE ANTENA:	m		42.00	48.00
GANANCIA DE ANTENA	dBi		28.00	28.00
ATENUACION POR RADOME:	dB		0.00	0.00
TIPO DE ALIMENTADOR			-	-
PERDIDA UNITARIA DE ALIMENTADOR:	dB/M		-	-
LONGITUD ALIMENTADOR:	m		0.00	0.00
PERDIDA TOTAL ALIMENTADOR:	dB		0.00	0.00
PERDIDA POR BRANCHING , FILTROS Y CONECT.	dB		1.00	1.00
CALCULO DE ENLACE				
ATENUACION POR OBSTACULO:	dB			
ATENUACION ESPACIO LIBRE:	dB.		119.41	
ATENUACION POR ALIMENTADORES:	dB		0.00	
ATENUACION POR BRANCHING, FILTROS Y CONEC:	dB		2.00	
ATENUACION POR RADOME:	dB		0.00	
ATENUACION TOTAL:	dB		121.41	
NIVEL RX SIN FADING:	dB		-42.41	
MARGEN DE FADING:	BER	10 ⁻³		10 ⁻⁶
	dB			46.59
TIEMPO DE CORTE POR FADING PLANO:	BER			10 ⁻⁶
TIEMPO DE CORTE POR FADING SELECTIVO	%			0.00000
TIEMPO DE CORTE F.P + F.S.	%			0.00000
MEJORAS POR OVERLOAD				
TIEMPO DE CORTE MEJORADO POR DIV. FRECUENCIA	%	0.00000		0.00000
TIEMPO DE CORTE MEJORADO POR DIV. ESPACIO:	%	0.00000		0.00000
INDISPONIBILIDAD POR LLUVIA				
ATENUACION POR LLUVIA 0.01 %	dB		NO APLICABLE	
TIEMPO DE CORTE POR LLUVIA:	%	0.00000		0.00000
TIEMPO DE CORTE TOTAL:	%	BER 10 ⁻³		BER 10 ⁻⁶
DISPONIBILIDAD:	%			100.0000
OBJETIVO GRADO MEDIO				99.95

Fig. 2.15 Planilla de calculo de enlace entre Malvinas y Repetidor. Parte 2

b. Simulación entre Estación Repetidora y San Martín

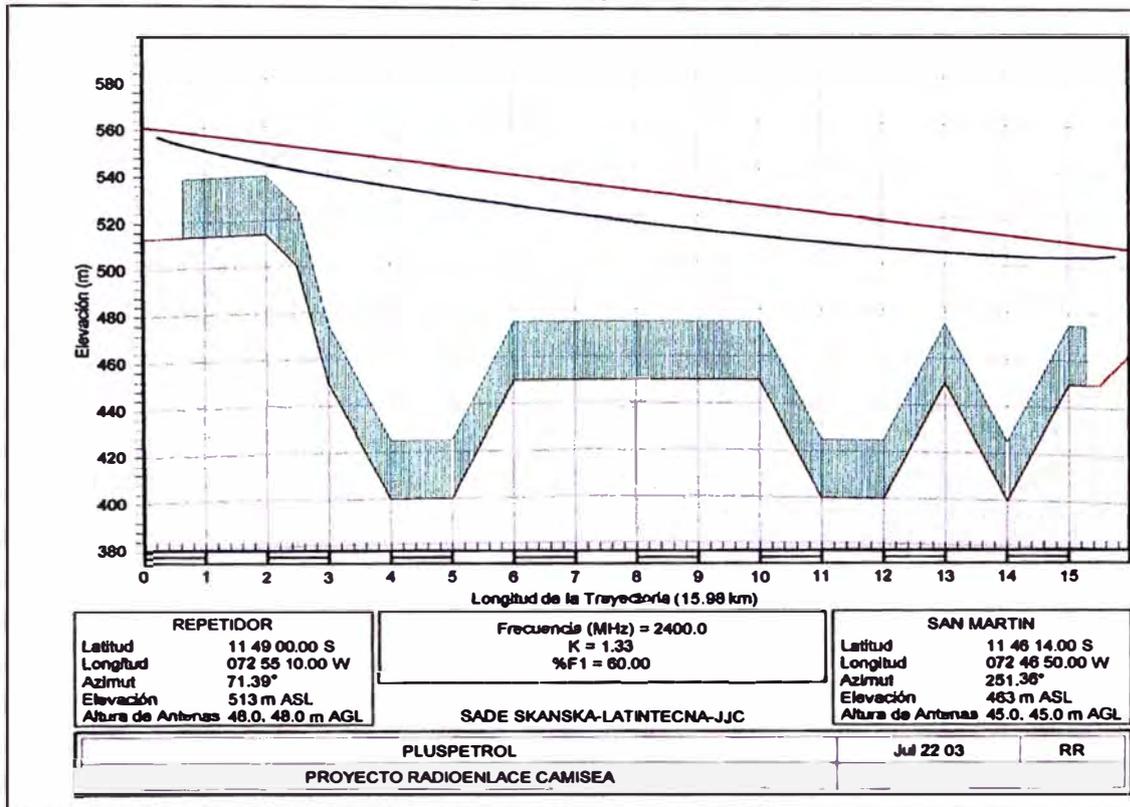


Fig. 2.16 Simulación para $K=4/3$ y 60% de Zona de Fresnel

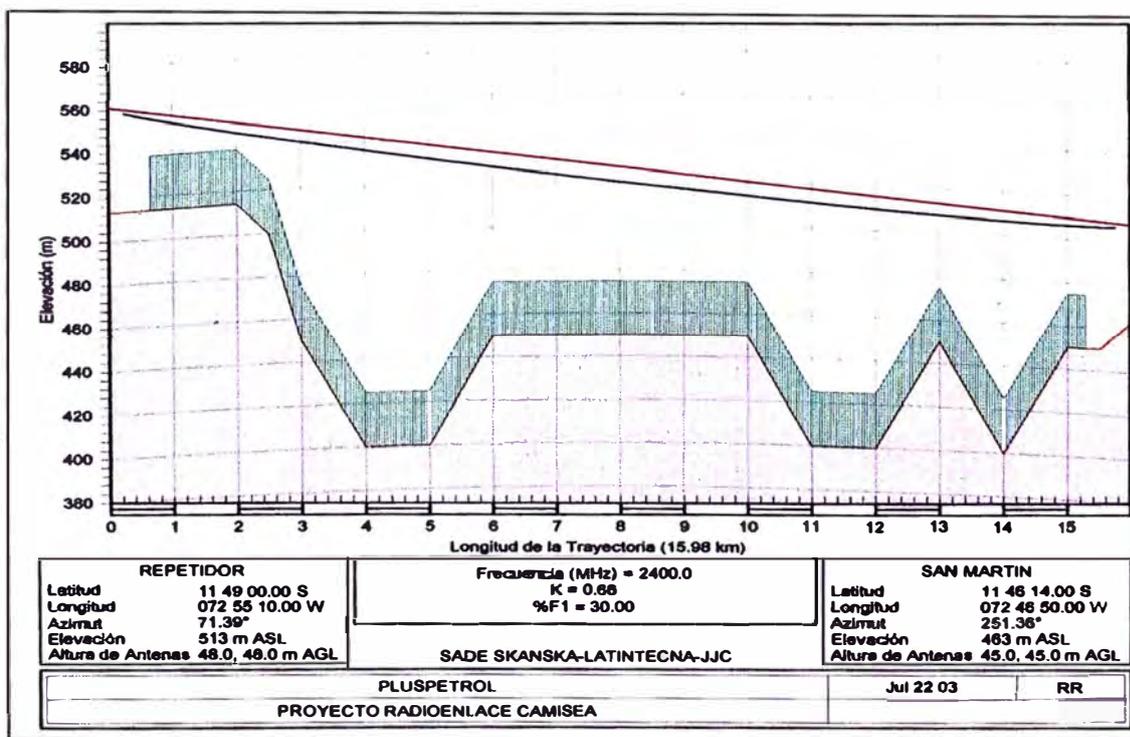


Fig. 2.17 Simulación para $K=2/3$ y 30% de Zona de Fresnel

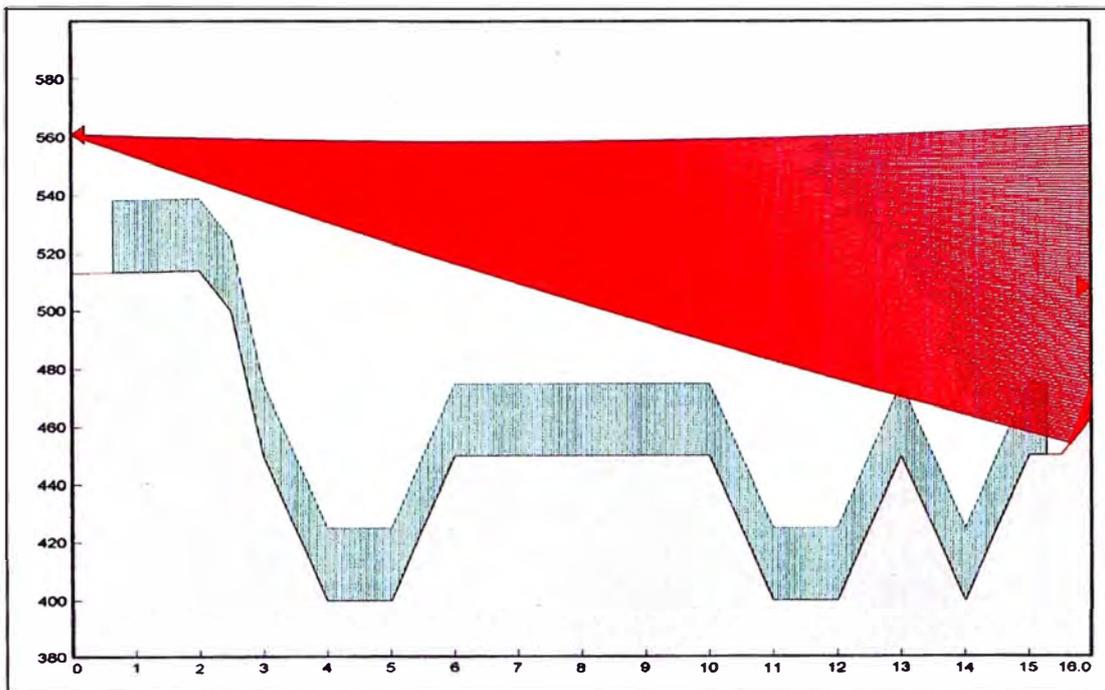


Fig. 2.18 Simulación de la emisión radioeléctrica del Repetidor a San Martín

Pachloss Datos del Terreno - REPETIDOR-SAN MARTIN bis.pl4 Mar, Jul 22 2003

	REPETIDOR	SAN MARTIN
Estado	PERU	PERU
Latitud	11 49 00.00 S	11 46 14.00 S
Longitud	072 55 10.00 W	072 46 50.00 W
Azimet real(°)	71.39	251.36
Distancia Calculada (km)		15.97
Distancia del Perfil (km)		15.98
Dato	Campo Inchauspe	
Zona UTM	18	18
Easting (km)	726.694	741.875
Northing (km)	8692.861	8697.847
Elevación (m)	513.00	463.00

Dist (km)	Elev (m)	Estructura (m)	Elev	Dist (km)	Elev (m)	Estructura (m)	Elev
0.00	513.0		TP	8.00	450.0		TP
0.59	513.3		TP	9.00	450.0		TP
0.65	513.3	25 T (RC)	TP	10.00	450.0		TP
2.00	514.0		TP	11.00	400.0		TP
2.41	502.5		TP	12.00	400.0		TP
2.48	500.6		TP	13.00	450.0		TP
2.50	500.0		TP	14.00	400.0		TP
3.00	450.0		TP	15.00	450.0		TP
4.00	400.0		TP	15.28	450.0	T (RF)	TP
5.00	400.0		TP	15.50	450.0		TP
6.00	450.0		TP	15.98	463.0		TP
7.00	450.0		TP				

Elevación del Suelo - AMSL, Altura de Antena y Estructura - AGL
 Tipo de Terreno
 PB - Pobre, TP - Promedio, TB - Bueno, AF - Agua Fresca, AS - Agua Salada
 Tipo de Estructura
 A - Árbol, E - Edificio, TA - Torre de Agua
 RI - rango inicial, RF - rango final, FT - fuera de trayectoria

Fig. 2.19 Datos de la simulación entre el Repetidor y San Martín

<i>Pathloss</i>		Altura de Antenas - REPETIDOR-SAN MARTIN bis.pl4		Mar, Jul 22 2003			
		REPETIDOR	SAN MARTIN				
Latitud		11 49 00.00 S	11 46 14.00 S				
Longitud		072 55 10.00 W	072 46 50.00 W				
Elevación (m)		513.00	463.00				
Distancia (km)			15.98				
Frecuencia (MHz)			2400.00				
Tolerancia de Libramiento (m)			10.0				
REPETIDOR Altura de Antena TX		48.00 m					
SAN MARTIN Altura de Antena RX		45.00 m					
Criterio de Libramiento - Principal							
Primer Criterio - K		1.33					
Primer Criterio - %F1		60.00					
Primer Criterio - Altura Adicional (m)		0.00					
Segundo Criterio - K		0.66					
Segundo Criterio - %F1		30.00					
Segundo Criterio - Altura Adicional (m)		0.00					
Dist (km)	Elev (m)	Estr (m)	Libr (m)	K (m)	%F1 (m)	FH. (m)	Crit.
1.29	513.6	25	9.7	1.1	7.3		1
1.45	513.7	25	8.5	1.2	7.7		1
1.61	513.8	25	7.4	1.4	8.1		1
1.77	513.9	25	6.4	1.5	8.4		1
1.93	514.0	25	5.3	1.6	8.7		1
2.00	514.0	25	4.9	1.6	8.9		1
2.16	509.5	25	8.4	1.8	9.2		1
REPETIDOR Altura de Antena RX		48.00 m					
SAN MARTIN Altura de Antena TX		45.00 m					
Criterio de Libramiento - Principal							
Primer Criterio - K		1.33					
Primer Criterio - %F1		60.00					
Primer Criterio - Altura Adicional (m)		0.00					
Segundo Criterio - K		0.66					
Segundo Criterio - %F1		30.00					
Segundo Criterio - Altura Adicional (m)		0.00					
Dist (km)	Elev (m)	Estr (m)	Libr (m)	K (m)	%F1 (m)	FH. (m)	Crit.
1.29	513.6	25	9.7	1.1	7.3		1
1.45	513.7	25	8.5	1.2	7.7		1
1.61	513.8	25	7.4	1.4	8.1		1
1.77	513.9	25	6.4	1.5	8.4		1
1.93	514.0	25	5.3	1.6	8.7		1
2.00	514.0	25	4.9	1.6	8.9		1
2.16	509.5	25	8.4	1.8	9.2		1

Fig. 2.20 Resultados de simulación entre el Repetidor y San Martín

 PLANILLA DE CALCULO DE ENLACE				
ESTACION A: REPETIDORA ESTACION B: PLANTA SAN MARTIN SALTO: REPETIDORA - PLANTA SAN MARTIN				
TIPO DE EQUIPOS				
MARCA:	MODELO:	CAPACIDAD:	11	Mbits
DATOS DEL ENLACE				
LONGITUD	Km		15.98	
FRECUENCIA	MHz		2400	
SISTEMA CON DIVERSIDAD:			NO	
SEPARACION EN FRECUENCIA:	MHz		0.00	
SEPARACION ESPACIO ENTRE ANTENAS:	Mts		0.00	
RUGOSIDAD:	m.		20.00	
FACTOR DE CONDICIONES CLIMATICAS:			2	
COEFICIENTE DE CLIMA ADOPTADO			0.002	
ZONA HIDROMETEOROLOGICA:			N	
INTENSIDAD LLUVIA EXCEDIDA 0.01% DEL TIEMPO:	mm.		130.00	
TIPO DE POLARIZACION			VERTICAL	
COEFICIENTE ALFA PARA CALCULO ATENUACION			NO APLICABLE	
COEFICIENTE K PARA EL CALCULO ATENUACION			NO APLICABLE	
DATOS DE EQUIPOS Y ELEMENTOS ACCESORIOS				
			EST. A	EST. B
POTENCIA DE EMISION:	dBm		23.00	
SENSIBILIDAD BER 10 ⁻³ :	dBm			-89.00
SENSIBILIDAD BER 10 ⁻⁶ :	dBm			
TIPO DE ANTENA:			DIRECTIVA	DIRECTIVA
ALTURA DE ANTENA:	m		48.00	45.00
GANANCIA DE ANTENA	dBi		24.00	24.00
ATENUACION POR RADOME:	dB		0.00	0.00
TIPO DE ALIMENTADOR			-	-
PERDIDA UNITARIA DE ALIMENTADOR:	dB/M		-	-
LONGITUD ALIMENTADOR:	m		0.00	0.00
PERDIDA TOTAL ALIMENTADOR:	dB		0.00	0.00
PERDIDA POR BRANCHING , FILTROS Y CONECT.	dB		1.00	1.00
CALCULO DE ENLACE				
ATENUACION POR OBSTACULO:	dB			
ATENUACION ESPACIO LIBRE:	dB		124.00	
ATENUACION POR ALIMENTADORES:	dB		0.00	
ATENUACION POR BRANCHING, FILTROS Y CONEC:	dB		2.00	
ATENUACION POR RADOME:	dB		0.00	
ATENUACION TOTAL:	dB		126.00	
NIVEL RX SIN FADING:	dB		-55.00	
MARGEN DE FADING:	BER	10 ⁻³		10 ⁻⁶
	dB			33.92
TIEMPO DE CORTE POR FADING PLANO:	BER			10 ⁻⁶
TIEMPO DE CORTE POR FADING SELECTIVO	%			0.00017
TIEMPO DE CORTE F.P + F.S	%			0.00000
	%			0.00017
MEJORAS POR DIVERSIDAD				
TIEMPO DE CORTE MEJORADO POR DIV. FRECUENCIA	%	0.00000		0.00000
TIEMPO DE CORTE MEJORADO POR DIV. ESPACIO:	%	0.00000		0.00000
INDISPONIBILIDAD POR LLUVIA				
ATENUACION POR LLUVIA 0.01 %	dB		NO APLICABLE	
TIEMPO DE CORTE POR LLUVIA:	%	0.00000		0.00000
TIEMPO DE CORTE TOTAL:	%	BER 10 ⁻³		BER 10 ⁻⁶
				0.00017
DISPONIBILIDAD:	%			99.9999
OBJETIVO GRADO MEDIO				99.95

Fig. 2.21 Planilla de cálculo de enlace entre el Repetidor y San Martín. Parte 1

 PLANILLA DE CALCULO DE ENLACE				
ESTACION A: REPETIDORA ESTACION B: PLANTA SAN MARTIN SALTO: REPETIDORA - PLANTA SAN MARTIN				
TIPO DE EQUIPOS				
MARCA:	MODELO:	CAPACIDAD:	11	Mbits
DATOS DEL ENLACE				
LONGITUD	Km		15.98	
FRECUENCIA	MHz		5700	
SISTEMA CON DIVERSIDAD:			NO	
SEPARACION EN FRECUENCIA:	MHz		0.00	
SEPARACION ESPACIO ENTRE ANTENAS:	Mts		0.00	
RUGOSIDAD:	m.		20.00	
FACTOR DE CONDICIONES CLIMATICAS:			2	
COEFICIENTE DE CLIMA ADOPTADO			0.002	
ZONA HIDROMETEOROLOGICA:			N	
INTENSIDAD LLUVIA EXCEDIDA 0.01% DEL TIEMPO:	mm.		130.00	
TIPO DE POLARIZACION			VERTICAL	
COEFICIENTE ALFA PARA CALCULO ATENUACION			NO APLICABLE	
COEFICIENTE K PARA EL CALCULO ATENUACION			NO APLICABLE	
DATOS DE EQUIPOS Y ELEMENTOS ACCESORIOS				
		EST. A		EST. B
POTENCIA DE EMISION:	dBm	23.00		
SENSIBILIDAD BER 10 ⁻³ :	dBm			-89.00
SENSIBILIDAD BER 10 ⁻⁶ :	dBm			
TIPO DE ANTENA:		DIRECTIVA		DIRECTIVA
ALTURA DE ANTENA:	m	48.00		45.00
GANANCIA DE ANTENA:	dBi	28.00		28.00
ATENUACION POR RADOME:	dB	0.00		0.00
TIPO DE ALIMENTADOR:		-		-
PERDIDA UNITARIA DE ALIMENTADOR:	dBm	-		-
LONGITUD ALIMENTADOR:	m	0.00		0.00
PERDIDA TOTAL ALIMENTADOR:	dB	0.00		0.00
PERDIDA POR BRANCHING, FILTROS Y CONECT.	dB	1.00		1.00
CALCULO DE ENLACE				
ATENUACION POR OBSTACULO:	dB			
ATENUACION ESPACIO LIBRE:	dB		131.59	
ATENUACION POR ALIMENTADORES:	dB		0.00	
ATENUACION POR BRANCHING, FILTROS Y CONEC:	dB		2.00	
ATENUACION POR RADOME:	dB		0.00	
ATENUACION TOTAL:	dB		133.59	
NIVEL RX SIN FADING:	dB		-54.69	
MARGEN DE FADING:	BER	10 ⁻³		10 ⁻⁶
	dB			34.41
TIEMPO DE CORTE POR FADING PLANO:	BER			10 ⁻⁶
TIEMPO DE CORTE POR FADING SELECTIVO	%			0.00036
TIEMPO DE CORTE F.P + F.S	%			0.00000
	%			0.00036
MEJORAS POR DIVERSIDAD				
TIEMPO DE CORTE MEJORADO POR DIV. FRECUENCIA	%	0.00000		0.00000
TIEMPO DE CORTE MEJORADO POR DIV. ESPACIO:	%	0.00000		0.00000
INDISPONIBILIDAD POR LLUVIA				
ATENUACION POR LLUVIA 0.01 %	dB		NO APLICABLE	
TIEMPO DE CORTE POR LLUVIA:	%	0.00000		0.00000
TIEMPO DE CORTE TOTAL:	%	BER 10 ⁻³		BER 10 ⁻⁶
	%			0.00036
DISPONIBILIDAD:	%			99.9999
OBJETIVO GRADO MEDIO	%			99.65

Fig. 2.22 Planilla de cálculo de enlace entre el Repetidor y San Martín. Parte 2

2.8 Resumen del Capitulo.

En este capitulo se han realizado los estudios necesarios para diseñar el radio enlace, se han podido obtener conclusiones luego de haber levantado la información acerca de la geografía del terreno y se concluyo que el radio enlace necesitaba una estación repetidora porque no se contaba con línea de vista entre Malvinas y San Martín.

Se ha obtenido la información acerca del estado en que se encuentra las tres ubicaciones a implementar y los trabajos necesarios a realizar para poner el lugar en condiciones adecuadas para realizar la implementación.

Se realizaron simulaciones con software de diseño para radio enlaces, el cual nos permitió obtener los resultados de la implementación en condiciones de operación.

Finalmente se concluyo que es factible realizar el radio enlace para lo cual se tienen los estudios y los trabajos necesarios a implementar dentro de las tres ubicaciones elegidas.

CAPITULO III

IMPLEMENTACION DEL RADIO ENLACE INALAMBRICO

3.1 Introducción.

El presente capítulo tiene como finalidad detallar los trabajos y pautas a tener en cuenta para la instalación y puesta en funcionamiento del radio enlace digital que vinculará las Plantas Malvinas y San Martín, el cual servirá como alternativa de la red de fibra óptica existente entre las mismas.

Debe tenerse presente que el sistema radioeléctrico permitirá canalizar la totalidad de la información de telecontrol entre plantas en caso de interrumpirse el enlace por fibra óptica. Atento a ello se deberá extremar la excelencia de la instalación del sistema, cumpliéndose con las normas de ingeniería al respecto, respetándose como mínimo los trabajos que se indican en el presente documento y todos aquellos que no se encontraren especificados pero que hagan al correcto funcionamiento del vínculo.

3.2 Conformación del sistema.

El sistema de radio enlace se encontrará conformado por dos estaciones fijas y una repetidora, configurando un doble salto que permitirá superar los obstáculos topográficos existentes entre ambas plantas.

La topología de red será la siguiente:

Estación fija a ubicar en la Planta Malvinas.

Estación repetidora a ubicar sobre la traza del gasoducto existente entre plantas.

Estación fija a ubicar en la Planta San Martín.

3.3 Banda de frecuencias.

El sistema operará en la banda de 2400 MHz con una velocidad de transmisión de 11 Mbps.

Opcionalmente, en caso se requiera velocidades superiores a la especificada el sistema operará en la banda de 5700 MHz con una velocidad de 54 Mbps.

3.4 Desarrollo de los trabajos.

3.4.1 Planta Malvinas.

a. Estructura para antenas.

En el mástil existente para antenas de 84 metros de altura, se deberá instalar un sistema antirrotor con estrella adecuada el tipo de estructura cuyas características obran en la memoria de ingeniería.

Las riendas del sistema antirrotor se deberán instalar y converger a los anclotes existentes a una distancia de 35 metros del pie del mástil en disposición de 120°.

Se deberán instalar los accesorios correspondientes al kit de riendas, guardacabos, tensores próximos a los anclajes, etc.

Los amarres de riendas deberán contar con al menos 2 prensa cables pero a su vez deberá efectuarse el remate de practica con el mismo cable de acero.

Deberá aplicarse la tensión adecuada de las riendas a los efectos de evitar cualquier tipo de torsión por acción del viento, pero teniéndose especial cuidado de no deformar la verticalidad de la estructura.

Asimismo se deberá instalar una bandeja porta cables de hierro galvanizado de 0,40 metros de ancho por un 1,70 metros de largo entre la estructura para antenas y la sala operativa.

Sobre dicha bandeja se desplazaran horizontalmente el cable de interconexión del nuevo sistema de radio del tipo UTP Clase 5 Extendida y los cables coaxiales actualmente instalados y que ingresan a la sala de operación.

b. Antena.

Se deberá instalar a 42 metros de altura del mástil existente una antena paraboloides grillada de 0,8 metros.

El irradiante deberá sustentarse sobre una de las montantes de la estructura utilizándose los elementos de sujeción adecuados, poniéndose especial énfasis en utilizar tuercas de acero inoxidable, con elemento de presión de nylon incorporado en la misma tuerca.

La antena deberá orientarse hacia la estación repetidora con un azimut de $42,66^\circ$ y una elevación de $+ 2,01^\circ$. Al momento de proceder a la puesta en marcha del sistema se efectuarán los ajustes finos de apuntamiento correspondientes.

c. Equipamiento de Radio.

La caja estanca que contiene a la unidad de radio de uso exterior, deberá instalarse sobre el mástil para antenas, a unos 0,70 metros debajo del nivel de la antena.

La misma deberá sustentarse con los elementos de sujeción propios del equipo, que podrán ser del tipo universal los cuales deberán contar con tuercas de acero inoxidable con elemento de presión de nylon incorporado en la misma tuerca. a fin de evitar desprendimientos o desplazamientos futuros del alojamiento del equipo.

La unidad de radio deberá vincularse con la antena paraboloide mediante un jumper de cable coaxial del tipo heliax de $\frac{1}{2}$ "', terminado en sus extremos con conectores N macho.

El ingreso del cable coaxial deberá efectuarse por la parte inferior de la caja estanca que contiene al equipo de radio.

El jumper deberá sujetarse a la estructura mediante elementos de sujeción adecuados (sunchos de acero inoxidable revestidos en PVC).

El equipo de radio deberá vincularse a su vez con la interfaz de conexión interior, mediante cable del tipo UTP Clase 5 Extendida terminado en sus extremos con conectores del tipo RJ45, el cual cumplirá con dos funciones básicas:

Transferir energía eléctrica de 12 VCC al equipo de radio ubicado sobre el mástil.

Transportar las señales de datos hacia un puerto 10/100 Base T.

El cable UTP se instalará a lo largo de la estructura, paralelamente a las bajadas coaxiales existentes sujetándose al mástil mediante sunchos de acero inoxidable con funda de PVC hasta alcanzar la bandeja porta cables y luego se lo deberá ingresar al local operativo a través de un pasamuros del tipo estanco.

En el interior del local se desplazará hasta el rack de equipos existente donde se instalará la interfaz de conexiones, desde la cual mediante un puerto ethernet se accederá a un TX/RX óptico que permitirá vía fibra óptica transmitir los datos hasta la Sala de Control de la planta.

La energía de alimentación del equipo de radio se proveerá desde una fuente de alimentación de 220 VCA / 12 VCC la cual deberá instalarse en el rack de equipos.

A su vez dicha fuente de alimentación será asistida desde una UPS de 1200 W a ubicar en el rack con características de funcionamiento "On Line" y una autonomía de 5 horas, que asegurará que el radio enlace no se interrumpa ante cualquier corte eventual de la energía primaria.

Actualmente el rack para equipos existente se encuentra energizado con 220 VCA de energía primaria desde un circuito proveniente de un tablero existente a través de un interruptor de 20 A.

A efectos de alimentar el sistema de radio enlace y conversor óptico se deberá disponer en la sala un tablero seccionador provisto de una llave térmica de 10 A.

El conexionado entre el tablero de energía y el rack se efectuará mediante cable de 2 mm de sección, acometiéndose a los receptáculos de conexión normalizados. Se deberán utilizar terminales adecuados a la tensión y corriente de régimen no debiéndoselos obviar bajo ningún concepto.

d. Vínculo óptico.

El enlace óptico que vinculara las salas de radio enlace con la Sala de Control de la Planta deberá estar conformado por:

- Convertidor óptico a instalarse en la sala de radio en el rack para equipos existente.
- Conversor óptico a instalarse en la sala de control en rack a disponerse en la misma.
- Cable de fibra óptica del tipo multimodo.
- Distribuidores de fibra óptica (ODF) a instalarse en ambas salas en los cuales acometerá la fibra óptica.

Las señales de carácter eléctrico de transmisión y recepción provenientes del equipo de radio y la sala de control, acometerán por un puerto ethernet a los convertidores ópticos, los cuales entregarán energía lumínica a la fibra multimodo a través de conectorización SC/SC previo paso por los distribuidores de fibra (ODF).

Se deberá poner especial cuidado en la conectorización de las hebras de fibra óptica a los distribuidores mediante pigtail con conectores SC a los efectos de asegurar la máxima transferencia de energía.

La interconexión entre los ODF y los trancectores ópticos se efectuaran mediante patch-cords con conectorización SC/SC.

e. Sistema de conmutación.

Se deberá instalar en la Sala de Control de la Planta, una unidad de conmutación de circuitos (switch) con protocolo operativo TCP/IP, la cual permitirá la conmutación automática de las señales de datos de 11 Mbts desde la red de fibra óptica existente entre las plantas de Malvinas y San Martín hacia el sistema de radio enlace en caso de interrumpirse el funcionamiento de la primera.

Dicha unidad contará con puertos ethernet a los cuales se deberán conectar los siguientes circuitos:

- Enlace 10/100 Base T proveniente del Switch Hirschman modelo RS2-FX-LH/FX-LH existente al cual acomete la fibra óptica que vincula ambas plantas.
- Enlace 10/100 Base T proveniente del convertidor óptico del sistema de interconexión que acomete al equipamiento de radio enlace.
- Enlace 10/100 Base T proveniente del switch marca 3COM modelo 4250T que será el equipamiento encargado transferir las distintas condiciones y parámetros de las instalaciones de la planta.

f. Puestas a tierra.

Se deberán verificar los sistemas de puesta a tierra a los cuales se referirán los equipos a instalar, existentes en:

- Estructura para antenas.
- Sala de operación del radio enlace.
- Sala de control de la planta.

Las mediciones se efectuarán bajo Norma ANSI/IEEE Std 80-1986 con instrumental adecuado las mismas deberán ofrecer una resistividad igual o inferior a 5 ohms.

En caso de no cumplir con los parámetros se procederá a mejorar la condición de puesta a tierra.

Asimismo se deben efectuar los siguientes trabajos:

- En la estructura para antenas deberá conectarse al sistema de puesta a tierra existente la caja estanca que contiene la unidad de radio montada en el mástil, mediante los elementos de conexión adecuados.
- En el interior de la sala de radio enlace se deberá verificar si el rack existente que alojara al nuevo equipamiento se encuentra correctamente referido a tierra.

- Se deberán conectar los gabinetes del nuevo equipamiento a instalar al sistema de tierra con que cuenta el rack.
- Se deberá utilizar cable de color verde-amarillo de 10 mm de sección con sus correspondientes terminales de conexión, condición esta que no deberá obviarse en ningún caso.

3.4.2 Estación repetidora.

a. Estructura para antenas.

Se deberá instalar un mástil arriostrado de 48 metros de altura.

En el mástil para antenas, se deberá instalar un sistema antirrotor con estrella adecuada el tipo de estructura cuyas características obran en el informe de especificaciones técnicas.

b. Espacio operativo.

A los efectos de alojar el equipamiento complementario al sistema de radio enlace se deberá instalar un shelter. El shelter deberá ubicarse y sujetarse sobre una plataforma de concreto armado la cual contara con anclajes respectivos y cuyas características están definidas en el informe de especificaciones técnicas.

c. Antenas.

Sobre el mástil para antenas a proveer se deberán instalar dos antenas paraboloide grilladas de 0,8 m a un nivel de 48 metros de altura.

Los irradianes deberán sustentarse sobre dos de los montantes de la estructura utilizándose los elementos de sujeción adecuados, poniéndose especial énfasis en utilizar tuercas de acero inoxidable con elemento de presión de nylon incorporado a la tuerca, para evitar desprendimientos o desplazamientos futuros.

Las antenas deberán orientarse de acuerdo al siguiente detalle:

- Hacia la Planta Malvinas con un azimut de $222,66^\circ$ y una elevación de $-2,04^\circ$
- Hacia la Planta San Martín con un azimut de $71,73^\circ$ y una elevación $-0,24^\circ$

Al momento de proceder a la puesta en marcha del sistema se efectuaran los ajustes finos de apuntamiento correspondientes.

d. Equipos radioeléctricos.

La caja estanca que contendrá a la unidad de radio para repetidora de uso exterior, deberá instalarse sobre el mástil para antenas, a unos 0,70 metros debajo del nivel de las antenas.

La misma deberá sustentarse con los elementos de sujeción adecuados, que podrán ser del tipo universal debiendo contar los mismos con tuercas de acero inoxidable con elemento de presión de nylon incorporado a la tuerca a fin de evitar desprendimientos o desplazamientos futuros.

La unidad de radio deberá vincularse con las antenas paraboloide mediante dos jumpers de cable coaxial del tipo heliax de ½”, terminado en sus extremos con conectores N macho.

Los jumpers deberán sujetarse a la estructura mediante elementos de sujeción adecuados (sunchos de acero inoxidable revestidos en PVC).

El equipo de radio deberá vincularse a su vez con la interfaz de conexionado interior, mediante cable del tipo UTP Clase 5 Extendida terminado en sus extremos con conectores del tipo RJ45.

El cable se instalará a lo largo de la estructura, sobre una de las caras, sujetándose al mástil mediante sunchos de acero inoxidable con funda de PVC hasta alcanzar la bandeja porta cables y luego se lo deberá ingresar al local operativo a través de un pasamuros del tipo estanco y acometerá la unidad de interfaz interior ubicada sobre el rack para equipos.

A través de la interfaz de conexiones se efectuará lo siguiente:

Transferir a la unidad de radio exterior los 12 VCC provenientes de las baterías del sistema de energía solar.

Enviar al equipo de radio la señal de datos provenientes de la unidad de Alarma remota.

A los efectos de sustentar el equipamiento interior se instalará un rack abierto de 19” de 20 unidades en el cual se alojarán inicialmente las siguientes unidades:

Interfaz de conexionado del sistema de radio.

Unidad remota de alarmas.

Reguladores de carga y accesorios del sistema de energía solar.

El rack deberá ser firmemente amurado al piso del shelter.

e. Energía.

Se instalará un sistema de energía solar que deberá responder a los consumos de energía requeridos y a las recomendaciones y disposición de conexión que sobre el particular establezca el proveedor del sistema.

Se deberá poner especial cuidado en preservar que sobre los paneles fotovoltaicos no se proyecte ningún tipo de sombra durante el período solar diario de mayor actividad, ya sea de vegetación o elementos que hacen a la instalación propia de la estación repetidora como ser cercos perimetrales, mástiles, etc.

f. Puestas a tierra.

La puesta a tierra del sistema de pararrayos a ubicar sobre la estructura para antenas, deberá cumplir con las especificaciones de 5 Ohms como valor máximo para su resistencia. Dado la proximidad inmediata al elemento de descarga se deberá referir al mismo las siguientes instalaciones:

Estructura metálica del shelter y rack abierto de 19”.

Cerco perimetral de alambre mallado y portón de acceso al área.

En el interior del espacio operativo el equipamiento que se ubicará en el rack deberá conectarse al sistema de tierra que lo acomete, mediante cable verde-amarillo de 10 mm de sección.

En todos los casos se utilizará para la terminación de los cables de puesta a tierra los terminales adecuados, los cuales no deberán ser obviados bajo ninguna circunstancia.

3.4.3 Planta San Martín.**a. Estructura para antenas.**

En el mástil existente para antenas de 48 metros de altura, se deberá instalar un sistema antirrotor con estrella adecuada el tipo de estructura cuyas características obran en el informe de ingeniería.

Las riendas del sistema antirrotor se deberán instalar y converger a los anclotes existentes a una distancia de 15 metros del pie del mástil en disposición de 120°.

Se deberán instalar los accesorios correspondientes al kit de riendas, guardacabos, tensores próximos a los anclajes, etc.

Los amarres de riendas deberán contar con al menos 2 prensa cables pero a su vez deberá efectuarse el remate de practica con el mismo cable de acero.

Deberá efectuarse la tensión de riendas adecuada a los efectos de evitar cualquier tipo de torsión por acción del viento, pero teniéndose especial cuidado de no deformar la verticalidad de la estructura.

Asimismo se deberá instalar una bandeja porta cables de hierro galvanizado de 0,40 metros de ancho por 3,45 metros de largo entre la estructura para antenas y el contenedor que obra como sala operativa.

Sobre dicha bandeja se desplazaran horizontalmente los cables coaxiales actualmente instalados y el cable de interconexión UTP Clase 5 Extendida del sistema de radio a instalar.

b. Antena

Se deberá instalar a 45 metros de altura del mástil existente una antena paraboloide grillado de 0,8 metros.

El irradiante deberá sustentarse sobre uno de las montantes de la estructura utilizándose los elementos de sujeción adecuados, los cuales dependerán del tipo y marca de antena que se utilice, poniéndose especial énfasis en utilizar tuercas de acero inoxidable con elemento de presión de nylon incorporado a la tuerca, a fin de evitar futuros desplazamientos por aflojamientos a través del tiempo.

La antena deberá orientarse hacia la estación repetidora con un azimut de 251,73 grados y una elevación de +0,14°. Al momento de proceder a la puesta en marcha del sistema se efectuaran los ajustes finos de apuntamiento correspondientes.

c. Equipamiento de radio.

La caja estanca que contiene a la unidad de radio de uso exterior, deberá instalarse sobre el mástil para antenas, a unos 0,70 metros debajo del nivel de la antena.

El equipo deberá sostenerse con los elementos de sujeción adecuados, que podrán ser del tipo universal, debiéndose utilizar tuercas de acero inoxidable con elemento de presión de nylon incorporado a la tuerca a fin de evitar desprendimientos o desplazamientos futuros.

La unidad de radio deberá vincularse con la antena paraboloide mediante un jumper de cable coaxial del tipo heliax de ½", terminado en sus extremos con conectores N macho.

El ingreso del cable coaxial deberá efectuarse por la parte inferior de la caja estanca que contiene al equipo de radio.

El jumper deberá sujetarse a la estructura mediante elementos de sujeción adecuados (sunchos de acero inoxidable revestidos en PVC).

El equipo de radio deberá vincularse a su vez con la interfaz de conexionado interior, mediante cable del tipo UTP Clase 5 Extendida, terminado en sus extremos con conectores del tipo RJ45.

El cable se instalará a lo largo de la estructura, paralelamente a las bajadas coaxiales existentes sujetándose al mástil mediante sunchos de acero inoxidable con funda de PVC hasta alcanzar la bandeja porta cables y luego se lo deberá ingresar al local operativo a través de un pasamuros del tipo estanco.

En el interior del local se desplazará hasta el rack de equipos existente donde se instalará la interfaz de conexiones la cual cumplirá con las siguientes funciones:

Proveer de energía la unidad de radio exterior con 12 VCC.

Transmitir hacia la unidad de radio exterior las señales de datos provenientes de la Sala de Control de la Planta San Martín.

Las señales de datos de telecontrol accederán a un puerto ethernet de la interfaz, desde un TX/RX óptico que permitirá vía fibra óptica transitar los datos desde y hasta la sala de control de la planta.

La energía de alimentación del equipo de radio se proveerá desde una fuente de alimentación de 220 VCA / 12 VCC la cual deberá instalarse en el rack existente de equipos.

A su vez dicha fuente de alimentación será asistida desde una UPS de 1200 W a ubicar en el rack con características de funcionamiento "On Line" con una autonomía de 5 horas, que asegurará que el radio enlace no se interrumpa por ese lapso ante cualquier corte eventual de la energía primaria.

Debe tenerse en cuenta que el rack para equipos se encontrará alimentado mediante energía primaria de 220 VCA.

El conexionado entre los distintos elementos de energía deberá efectuarse a través de terminales adecuados a la tensión y corriente de régimen no debiéndose obviar bajo ningún concepto.

d. Vinculo óptico.

El enlace óptico que vinculara las salas de radio enlace con la de control del gasoducto de la planta, se encontrará conformado por:

- Conversor óptico a instalarse en la sala de radio en el rack para equipos existente.
- Conversor óptico a instalarse en la sala de control en San Martín 1 en rack a disponer.
- Cable de fibra óptica del tipo multimodo actualmente existente entre el área de la sala de control y el contenedor que oficia de sala de equipos. Dicha fibra se deberá ingresar al local operativo.
- Distribuidores de fibra óptica (ODF) a instalarse en ambas salas en los cuales acometerá la fibra óptica.

Las señales de carácter eléctrico de transmisión y recepción provenientes del equipo de radio y la sala de control, acometerán por un puerto ethernet a los conversores ópticos, los cuales entregarán energía lumínica a la fibra multimodo a través de conectorización SC/SC previo paso por los distribuidores de fibra (ODF).

Se deberá poner especial cuidado en la conectorización de las hebras de fibra óptica a los distribuidores mediante pigtail con conectores SC a los efectos de asegurar la máxima transferencia de energía.

La interconexión entre los ODF y los tranceptores ópticos se efectuaran mediante patch-cords con conectorización SC/SC.

e. Sistema de conmutación.

Se deberá instalar en la Sala de Control de la planta en San Martín 1, una unidad de conmutación de circuitos (switch) con protocolo operativo TCP/IP, la cual permitirá la conmutación automática de las señales de datos de 11 Mbts desde la red de fibra óptica existente entre las plantas de Malvinas y San Martín hacia el sistema de radio enlace en caso de interrumpirse el funcionamiento de la primera.

Dicha unidad contará con puertos ethernet a los cuales se deberán conectar los siguientes circuitos:

- Enlace 10/100 Base T proveniente del Switch Hirschman modelo RS2-FX-LH/FX-LH existente al cual acomete la fibra óptica que vincula ambas plantas.
- Enlace 10/100 Base T proveniente del tranceptor óptico del sistema de interconexión que acomete al equipamiento de radio enlace.

- Enlace 10/100 Base T proveniente del switch marca Hirschmann modelo RS2-TX existente, y que será el equipamiento encargado transferir las distintas condiciones y parámetros de las instalaciones de control de la planta.

f. Puestas a tierra.

Se deberán verificar el sistema de puesta a tierra de la estructura para antenas al cual se referirán los equipos a instalar en:

- Estructura para antenas.
- Sala de Radio
- Sala de control de la Planta

Efectuadas las mediciones con instrumental adecuado en función de la Norma ANSI/IEEE Std 80-1986, las mismas deberán ofrecer una resistividad igual o inferior a 5 ohms para el punto de acometida.

En caso de no cumplir con los parámetros adecuados se procederá a mejorar la condición de puesta a tierra.

Asimismo se deben efectuarse los siguientes trabajos:

- En la estructura para antenas deberá conectarse al sistema de puesta a tierra existente la caja estanca que contiene la unidad de radio montada en la estructura, mediante los elementos de conexión adecuados.
- En el interior de la sala de radio enlace se deberá verificar si el rack existente que alojara al nuevo equipamiento se encuentra correctamente referido a tierra.
- Se deberán conectar los nuevos equipos a instalar al sistema de tierra del rack.
- Se deberá utilizar cable de color verde-amarillo de 10 mm de sección con sus correspondientes terminales de conexión, condición esta que no deberá obviarse bajo ninguna circunstancia

3.5 Especificaciones técnicas.

La finalidad de esta documentación es la de establecer parámetros y prestaciones que deberá cumplir el equipamiento a proveer para el sistema de radio enlace digital que vinculará las Plantas Malvinas y San Martín del Proyecto Camisea.

El sistema permitirá el tránsito de datos de telecontrol entre plantas, y eventualmente canales de voz (VoIP) y señal de video.

3.5.1 Equipos de radio.

La tecnología a emplear será la de Espectro Expandido.

Inicialmente el sistema se verá conformado por sistemas punto a punto y en un futuro el sistema podrá configurarse como topología malla o estrella.

La velocidad de transmisión será de 11 Mbps en la banda de 2,4GHz

El sistema deberá disponer de un canal de alarmas que permitirá la tele supervisión entre otros de los siguientes parámetros en la estación repetidora:

- Estados de baterías del sistema de energía solar.
- Estados del sistema de balizamiento nocturno de la estructura para antenas.
- Cierre y aperturas de puertas del shelter para alojamiento de equipos.

El sistema deberá disponer una interfaz de no menos de 12 contactos secos.

a. Especificación del equipamiento de radio.

El equipamiento de radio deberá cumplir con las siguientes especificaciones mínimas las cuales se detallan en la tabla 3.1:

Tabla N° 3.1 Especificaciones del Equipo de Radio

Facilidades	Beneficios a brindar
Radio de 11 Mbps	Alto rendimiento
Banda ISM de 2,4 GHz	No requiere licencias
Topología de malla o estrella	Máxima flexibilidad
NAT & DHCP server / client.	Red segura y eficiente
Interfaz de configuración basada en entorno WEB	Fácil resolución de problemas
Administración y mantenimiento basado en WEB	Simplicidad de configuración
Ruteo IP multipunto	Facilidad de expansión de la red
Estación Base Polling	Mayor rendimiento
Encriptación Kerveros / Wep	Mayor seguridad
Firewall	Capacidad de filtro
VPN	Redes virtuales
Conversión de Protocolo	Diferentes interfaces (opcional)
VOZ IP	Canales FXS / FXO (opcional)
Radio	
Tipo	Espectro disperso por secuencia directa
Frecuencia	2400 MHz – 2483,5 MHz / 5725 MHz - 5850 MHz

Canales	13
Modulación	CCK @ 11 Mbps / 54 Mbps
Ganancia del proceso	11 dB (nominal)
Método de comunicación	Half Duplex
Potencia de emisión	+ 23 dBm típico.
Sensibilidad de receptor	- 82 dBm
Interfaz LAN alámbrica	
Norma	IEEE 802.3 Ethernet
Interfaz física	10Base-T, 10/100Base TX
Protocolos de red	IP, TCP, UDP, ICMP, RIPv1, RIPv2, TFTP, IGMP, ARP, DHCP relay, DHCP server, DHCP client, NAT
Interfaz inalámbrica	11 / 54 Mbps sencilla
Interfaz de RF	Conector en panel tipo N
Tasa de error	Mejor de 10-5
Interfaz LAN inalámbrica	
Interfaz inalámbrica	11 / 54 Mbps sencilla
Interfaz de RF	Conector en panel tipo N
Tasa de error	Mejor de 10-5
Configuración y administración	
Actualización	Firmware actualizable en banda
Configuración	Servidor interno basado en WEB
Especificaciones Mecánicas	
Caja Chasis	Metálico NEMA 4, apto para instalación externa
Especificaciones Ambientales	
Temperatura	-40°C a +60°C (almacenaje) -25°C a +60°C (arranque) -40°C a +60°C (operación)
Humedad	0 a 100% (sin condensación, lluvia hasta 4"/hr)
Generales	
Alimentación	100-250 VAC, 47-62 Hz, 300 VA
Regulaciones	FCC Part 15, ETSI/CE, DOC
Garantía	1 año mínimo
Seguridad	
Encriptación inalámbrica	WAP / Datos Kerveros

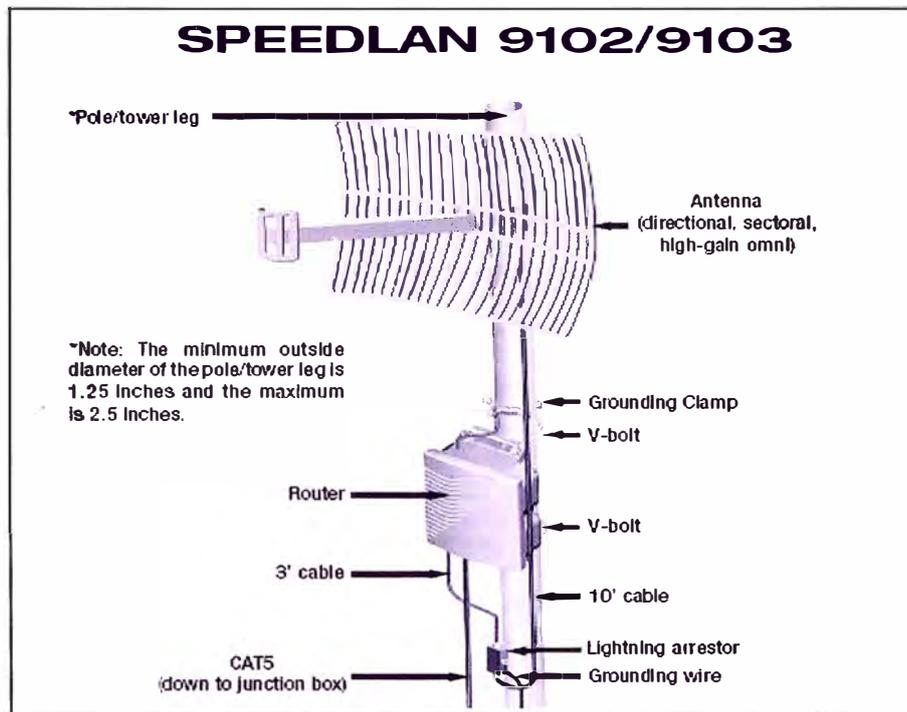


Fig 3.1 Equipo de radio elegido para la instalación

b. Canal para alarmas.

El equipo de radio enlace deberá poseer un canal de alarmas que permita supervisar el funcionamiento del sistema radioeléctrico y a su vez recoger estados de parámetros en lugares determinados.

El sistema contará con hardware y software adecuados que ofrezcan entre otras, las siguientes facilidades:

- Programación de los distintos tipos de alarmas a recoger.
- Categorización de los distintos tipos de alarma.
- Fácil verificación de los eventos.

Estará constituido por un módulo con un bus de comunicaciones de 16 Kbps, con Protocolo Operativo IP, el cual se incorpora al flujo de 11 Mbps que transporta las señales de control entre plantas. Mediante dicho bus se canalizará la información de hasta 12 contactos secos.

A su vez a través del software operativo se podrán programar distintos tipos de envío de señal de pruebas (PING), que permitan verificar el estado activo del radio enlace.

Cuando el sistema detecte cierta cantidad de paquetes perdidos (cantidad a configurar) enviará una señal a modo de alarma a cualquiera de los 12 contactos secos.

Se instalará un módulo en la estación repetidora a los efectos de recoger los distintos estados de los parámetros a verificar para trasladarlos vía radio hasta la Sala de Control de Planta Malvinas.

Asimismo se instalará un módulo en la sala de Control de la Planta Malvinas a los efectos de recoger los distintos eventos que ocurran en la estación repetidora.

A los distintos contactos secos de cada módulo se podrán conectar circuitos eléctricos de acometida a los elementos a sensar y a los dispositivos de monitoreo en la Sala de Control.

3.5.2 Mástil para antenas.

En la tabla 3.2 se establecen los parámetros técnicos a cumplir por la estructura para sustentar antenas y sus accesorios que se deberán proveer e instalar en la Estación Repetidora del sistema radioeléctrico que vinculará las Plantas Malvinas y San Martín.

Tabla N° 3.2 Especificaciones del mástil para antenas

Mástil y accesorios	
Tipo	Mástil soldado – Línea semipesado
Altura	48 metros
Sección	Triangular equilátera
Largo del tramo	6000 mm
Parantes	Tubo de acero
Diámetro del parante	D = 42, 4mm - d = 36,0 mm
Distancia entre parantes	450 mm
Diagonales	Barras de acero
Diámetro de las diagonales	12 mm
ZIG-ZAG	Continuo sin empalmes
Peso por metro de kit	25 Kg
Cálculo	Resolución 874-SC/88-AN2.39.11
Diseño	Normalizado y aerodinámico
Escalera	Opcional
Galvanizado	En zinc caliente
Soldadura	En ambiente de gas inerte
Unión entre tramos	Bridas
Riendas	Cable de acero

Tensores	Doble rosca de acero galvanizado o tensor "U"
Anclajes	Acero galvanizado
Grilletes	Acero galvanizado
Bulones	Acero galvanizado
Guardacabos	Acero galvanizado
Terminación	Según Normas O.A.C.I.
Sistema Antitorsor	
Estrella antirrotora	Standard de H° G°
Riendas	Cable de acero para 3 planos
Tensores	Doble rosca de acero galvanizado o tensor "U"
Grilletes y guardacabos	Acero Galvanizado
Sistema de Pararrayos	
Captor	Tipo Franklin de 5 puntas
Soporte	Con grapa de adaptación al mástil
Jabalina	Tipo coperweld de 5/8" de 2 metros de largo
Cámara de inspección	De hierro fundido de 25 x 25 cm
Cable de bajada	De cobre desnudo de 50 mm ² de sección
Placa de corte	De cobre adaptada al mástil
Toma cable a jabalina	Morseto de bronce
Sistema de balizamiento diurno	
Balizamiento diurno	Colores exigidos blanco y naranja internacional
Sistema de balizamiento nocturno	
Luminarias	Leds de 32,5 candelas con soportes de adaptación para funcionar con 12 VCC
Encendido	Automático mediante célula
Cable de alimentación	Tipo sintenax para exteriores
Elementos de sujeción	Sunchos de acero inoxidable con vaina de PVC
Caja de control	Estanca

3.5.3 Antenas.

El irradiante se utilizará para el vínculo radioeléctrico a establecer entre las Plantas Malvinas y San Martín deberá ser del tipo paraboloide grillado para operar en la banda de

2,3 a 2,5 GHz, de reducido peso y poca resistencia al viento a los efectos de transferir bajos esfuerzos a los soportes donde se sustentaran.

Deberá presentar características de montaje sencillas y sin necesidad de herramientas especiales.

Las antenas deberán cumplir las siguientes especificaciones técnicas mostradas en la tabla 3.3:

Tabla N° 3.3 Especificaciones de las Antenas

Antena Paraboloides de 0,8 m	
Ganancia (dBi) - Centro de banda	24 (dBi)
Ancho de haz horizontal (Grad.)	12,3
Ancho de haz vertical (Grad.)	11,3
Relación frente espalda	30 dB
Ancho de banda para R.O.E > 1.5 : 1	200 MHz
Impedancia	50 Ohms
Conector	N (hembra)
Peso del irradiante	6 Kg.
Velocidad de viento soportada	150 Km.

3.5.4 Sistema conmutador (switch).

Los switches a proveer deberán permitir la transferencia automática de datos desde una red de enlace por fibra óptica a un sistema de radio enlace que funcionará como back up de la primera.

Dichos elementos deberán operar con manejo de Protocolo TCP/IP.

Los conmutadores a proveer no deberán operar con Protocolo STP (Spanning Tree Protocol) dado que la utilización del mismo resulta incompatible con elementos de control asociados al sistema.

Deberán poseer tres puertos de acceso ethernet 10/100 BaseT para posibilitar la acometida de:

Acceso de la información proveniente de un switch marca 3COM modelo 4250T o marca Hirschmann modelo RS2 TX el cual se halla vinculado a la Sala de Control de la Planta a la cual accede la información de telecontrol.

Acceso de la información proveniente de la red de fibra óptica a través de un switch marca Hirschman modelo RS2-FX-LH/FX-LH.

°Acceso de la información proveniente de un sistema de radio enlace.

Los switches deberán posibilitar la programación indistinta como puerto de comunicación principal ya sea del enlace por fibra óptica como del sistema de radio enlace.

Al detectar la interrupción del enlace predeterminado como principal, ya sea el de fibra óptica como del sistema de radio, deberá canalizar de inmediato la totalidad de la información hacia el puerto de backup disponible.

Asimismo su software deberá indicar si los enlaces de fibra o radio se encuentran activos y reportar de inmediato la señal de alarma correspondiente en caso de interrupción de alguno de los mismos.

Tabla N° 3.4 Especificaciones de los switches de conmutación

Especificaciones generales	
Temperatura de operación	0° A 40° C
Temperatura de almacenaje	-40° a +70° C
Condiciones de humedad	10% a 90% de humedad relativa sin condensación.
Alimentación	90-240 VCA – 50/60 Hz. – 2 a 5 A

3.5.5 Shelter para equipos de comunicaciones.

La presente documentación establece los parámetros técnicos a cumplir para la provisión de un shelter para alojamiento de equipamiento radioeléctrico y accesorios el cual deberá ser instalado en la estación repetidora del sistema de radio enlace que vinculará las Plantas de Malvinas y San Martín.

El shelter tendrá las siguientes especificaciones técnicas:

a. Platea metálica.

Se construirá con perfiles IPN. Con travesaños de UPN unidos por medios de soldadura eléctrica.

En los extremos se proveerán prolongadores contruidos con perfiles de hierro, que permitirán el lingado del equipo, facilitando los movimientos de carga y descarga.

b. Bastidor del piso.

Abarcará todo el ancho y largo del shelter y estará construido con perfiles omega de chapa de acero calibre BWG N° 12 y de 50 mm de altura, irán soldados al chasis formando un conjunto sólido y resistente.

c. Estructura.

La estructura de paramentos y tabiques se construirá empleando tubos estructurales de acero rectangulares de 30 x 50 x 1,2 mm de sección vinculados entre sí con soldadura eléctrica.

Los perfiles verticales serán de una sola pieza y su distancia entre ejes no mayor de 38 cm.

Los perfiles que constituyan las cerchas del techo serán de chapa plegada calibre BWG N° 18 y su altura será variable de 80 a 40 mm.

d. Revestimiento exterior.

Se utilizarán paneles antigolpes. Estará compuesto de chapas galvanizadas pre-pintadas calibre BWG N° 24 contra chapada mediante adhesivos de contacto con hojas de fibras prensadas de 4,2 mm de espesor, logrando de esta forma una cubierta exterior lisa y con gran resistencia a los golpes.

La cubierta del techo se hará con chapa galvanizada y su remachado con remaches macizos.

e. Revestimiento interior.

Se utilizará laminado decorativo con base de fibras prensadas del tipo CORLOCK de 4,8 mm de espesor fijándose mediante tapa juntas y esquineros de aluminio.

Ruptores de puente térmico.

Se colocarán listones de madera de 20 x 20 mm en todas las caras interiores, tanto de los tubos estructurales, como de los perfiles de techo, para evitar riesgos de condensación por diferencia de temperatura y ampliar la capacidad de aislación.

f. Aislamiento térmico.

En el espacio comprendido entre el revestimiento interior y exterior se colocará una aislación térmica en base a placas de poliestireno expandido de 70 mm de espesor y 20 Kg/m³ de densidad.

El coeficiente de transmisión K del panel será de 0,33 cal/m². h.C.

g. Piso.

Sobre el ala superior de la estructura se fijarán, con remaches rápidos, dos placas de multilaminado fenólico de 19 mm de espesor. Entre las dos placas se colocará una chapa de hierro galvanizado de calibre BWG N° 20.

Sobre esta base se colocará, mediante adhesivo de contacto, un solado de goma. Los zócalos serán de aluminio de 50 mm de altura.

h. Puerta exterior.

El marco será de chapa galvanizada prepintada plegada, con umbral de acero inoxidable. La hoja será revestida exterior e interiormente en forma similar al resto del shelter y tendrá la misma aislación térmica.

La estructura será de tubos de 30 x 50 mm y llevará cerraduras de embutir tipo paleta, picaporte, bisagras tipo piano y apertura hacia el exterior.

i. Instalación eléctrica.

Contará con tablero para instalaciones para consumos propios del shelter.

La sección de los conductores será de 4 x 2 mm² para la alimentación y retornos. Existirá un conductor desnudo de cobre 7 x 0,25 mm que recorrerá toda la instalación.

3.5.6 Sistema de energía solar.

La presente documentación establece los parámetros técnicos a cumplir para la provisión de un sistema de energía eléctrica solar a partir de módulos fotovoltaicos.

Las características del sistema deberán permitir la alimentación eléctrica de la estación repetidora del radio enlace que vinculará las Plantas Malvinas y San Martín del Proyecto Camisea.

El sistema deberá estar compuesto por los siguientes elementos:

- 16 módulos fotovoltaicos
- 2 Estructuras soporte de módulos fotovoltaicos.
- 2 Reguladores de carga.
- 1 Kit de conexiones
- 1 Kit de conexiones reg. – tablero.

- 1 Tablero de distribución de CC.
- 1 Kit de balizamiento de dos niveles.
- 2 bancos de baterías tubulares abiertas.

El sistema deberá estar provisto de sensores para alarma que permitan supervisión remota desde la Planta Malvinas de los siguientes parámetros:

- Estado de carga de las baterías.
- Encendido individual de balizas.

La indicación de anomalía en el estado de cargas de baterías o apagado de leds de balizamiento, acometerá a una interfaz con contactos secos disponible en el sistema de radio.

Se deberá cumplir con las siguientes especificaciones:

Tabla N° 3.5 Especificaciones del Sistema de Energía Solar

Sistema	
Aplicación	Alimentación de equipos de comunicaciones
Ubicación geográfica	Lat. Sur 11° 48' 56" Long. Oeste 72° 55' 26"
Consumo de equipamiento	100 W permanente
Tensión de trabajo	12 VCC
Autonomía mínima	5 días al 70%
Criterio de dimensionamiento	Peores condiciones de radiación solar
Factor de seguridad	1.15 (15%)
Balizamiento a considerar	5 balizas led encendidas 12 Hs. por noche
Módulos Fotovoltaicos	
Características eléctricas	
Potencia nominal (PN)	60 Wp
Tensión a PN	16.9 Volt
Corriente a PN	3.55 A
Tensión de circuito abierto	21.5 Volt
Corriente de cortocircuito	3.73 A
Módulos Fotovoltaicos	
Características mecánicas	
Largo	1432 mm
Ancho	342 mm
Espesor	36 mm

Peso	6,4 Kg
Estructuras de soporte	
Material de estructura	Aluminio anodizado
Material bulonería	Acero inoxidable
Fijación	Sobre fundación de H° A° o metálica
Regulador de carga	
Tensión nominal	12 Volt
Corriente máxima de carga	28 A
Tensión máxima de entrada	60 Volt
Tensión de fin de carga	Ajustable
Corriente máxima de consumo	28 A
Autoconsumo	< de 250 mA
Rango de temperatura de operación	-30 a +60° C
Rango de humedad de operación	0 a 90%
Protecciones	Contra inversión de polaridad del generador. Contra inversión de polaridad de baterías.
Banco de baterías tubulares	
Cantidad de elementos por banco	6 conectadas en serie
Tensión de elemento	2 Volt
Corriente	850 A-H en 100 Hs a 1,80 Vf C/u
Conexión de bancos	En paralelo formando un banco de 1700 A-H
Soportes y elementos accesorios	Estantería, conectores

3.5.7 Convertidor óptico.

El presente documento establece los parámetros a cumplir por los transceptores ópticos (convertidores) que se deberán proveer a los efectos de concretar el vínculo de fibra óptica que enlazará las Salas de Control de las Plantas Malvinas y San Martín con sus respectivas Salas de radio enlace.

Los equipos deberán posibilitar la conversión de señales del tipo 10/100Base-TX UTP/STP a 100Base-FX y viceversa.

Los elementos deberán estar provistos de conectores SC para la acometida de fibra óptica del tipo multimodo.

Tabla N° 3.6 Especificaciones de los convertidores ópticos

Especificaciones Generales	
Estándares a cumplir	IEEE 802.3 10-T, IEEE 802,3 100Base-TX y 100 Base -FX
Cumplimiento de red	100Base-TX: CAT 5, EIA/TIA-568 100-ohm UTP/STP en mas de 100 metros. 100Base FX: 50/125 um o 62,5 / 125 um – cable de fibra óptica multimodo/ 2 Km, 9/125 um o 10/125 um –cable de fibra óptica monomodo / 100 Km
Protocolo	CSMA/CD
Puertos	1 x 100Base-TX y 1 x 100Base-FX
Velocidad de transferencia de datos	100 Mbps (may Duplex , 200 Mbps (Full Duplex)
Diagnostico mediante LEDs	Energía, actividad del enlace, Full-Duplex, Velocidad.
Alimentación	220 VCA – 50/60 Hz
Temperatura	Almacenamiento: -25° a 70° C Operación: 0° a 50° C
Humedad	Almacenamiento: 5% a 90% (sin condensación) Operación: 10% a 90%

3.5.8 Sistema de puesta a tierra de estación repetidora.

La presente especificación contempla los parámetros y disposiciones a los cuales se deberá ajustar el sistema de puesta a tierra a construir en la estación repetidora.

El sistema se implementará en terreno bajo el cual se desplazan cañerías que transportan gas y diesel como así también cable de fibra óptica, por lo cual se deberán tomar todas las precauciones para no interferir o provocar daños en dichas instalaciones.

a. Configuración.

El sistema se verá conformado por lo siguiente:

Jabalina de cobre.

Pozo de tierra de alta conductividad.

Anillo perimetral de cable de cobre.

Conjunto de pararrayos y bajada de cable de cobre de la estructura para antenas.

b. Jabalina.

Se deberá proveer e instalar una jabalina de cobre y a los efectos de mejorar las características disipativas de la misma tendrá una longitud de 3 metros por un diámetro de $\frac{3}{4}$ ".

La jabalina se ubicará en un pozo de tierra de alta conductividad

c. Pozo de tierra de alta conductividad.

Se deberá excavar un pozo un pozo de tierra de 6 metros bajo la superficie del terreno, y en la porción de disipación efectiva de alta conductividad deberá poseer 250 mm de diámetro. La parte superior del área efectiva se encontrará a 3 metros bajo el nivel del terreno y la parte inferior a 6 metros bajo dicho nivel

Al efectuarse el excavado para el pozo se deberá guardar una distancia mínima de 2 metros con relación a la cañería existente más próxima ya sea de gas o diesel.

A los efectos de mejorar las características disipativas del pozo, una vez dispuesta la jabalina de 3 metros de longitud en el área efectiva del mismo, se procederá al relleno de dicha área con material mejorador, tipo GEM (Ground Enhancement Material) de ERICO o similar en efectividad

d. Anillo perimetral.

Dada la proximidad propuesta a la senda de caños, se deben minimizar los gradientes de potencial en el entorno de la estructura para antenas.

A esos efectos se deberá construir un anillo perimetral de cable de cobre desnudo de 95 mm², enterrado a 700 mm aproximadamente y que sobresaldrá horizontalmente unos 500 mm con relación al cerco de protección de las instalaciones.

La zanja en la cual se dispondrá el anillo dispersor y sus conexiones concurrentes a la jabalina se rellenará con el mejorador descrito para el pozo de alta conductividad.

e. Interconexión del sistema.

Se deberán efectuar las siguientes interconexiones:

La jabalina deberá conectarse al conductor externo mediante cable aislado tipo THHW de 95 mm², a los efectos de lograr el comportamiento como electrodo profundo. En la base de la estructura para antenas la conexión con el cable desnudo de bajada del pararrayos se efectuará mediante placa de cobre adecuada a la cual se conectarán ambos cables mediante terminales de compresión apernados a la misma.

Esto permitirá la separación del cable proveniente de la jabalina a los efectos de permitir verificaciones periódicas de la resistencia.

El anillo perimetral se unirá a la jabalina en sus cuatro esquinas mediante sendos cables que partirán de la misma.

El shelter que alojará a los equipos deberá aterrarse al sistema a los efectos de evitar gradientes peligrosos.

f. Protección de cañerías.

Sobre las cañerías no es conveniente tomar ninguna acción, dado el aislamiento de que están provistas.

Se construirán del lado interno de las cañerías con relación al sistema de puesta a tierra muro pantalla de 0.060 m de espesor.

g. Verificación de la instalación.

La presente especificación obra como referencia para ejecutar los trabajos de verificación y medición de los sistemas de puesta a tierra existentes en las Plantas Malvinas y San Martín. En todos los casos las mediciones deberán responder a lo establecido en la Norma ANSI/IEEE Std 80-1986.

Las mediciones deberán arrojar un valor de resistividad igual o menor a 5 ohms.

Elementos necesarios

A los efectos de efectuar las mediciones deberá disponerse de los siguientes elementos:

Tester de medición del tipo Yokogawa MODELO 3235.

Dos electrodos de conexión.

Conductores de medición adecuados.

h. Metodología de medición.

Se deberá colocar a una distancia de 20 y 40 metros con relación a elemento de puesta a tierra a verificar (jabalina) los electrodos de conexión. En caso de no disponerse del área adecuada para dicha distancia. Se deberá tener en cuenta las distancias mínimas para efectuar la prueba de deberán ser de 5 y 10 metros

El esquema de la figura N° 3.2 se grafica la interconexión de los elementos.

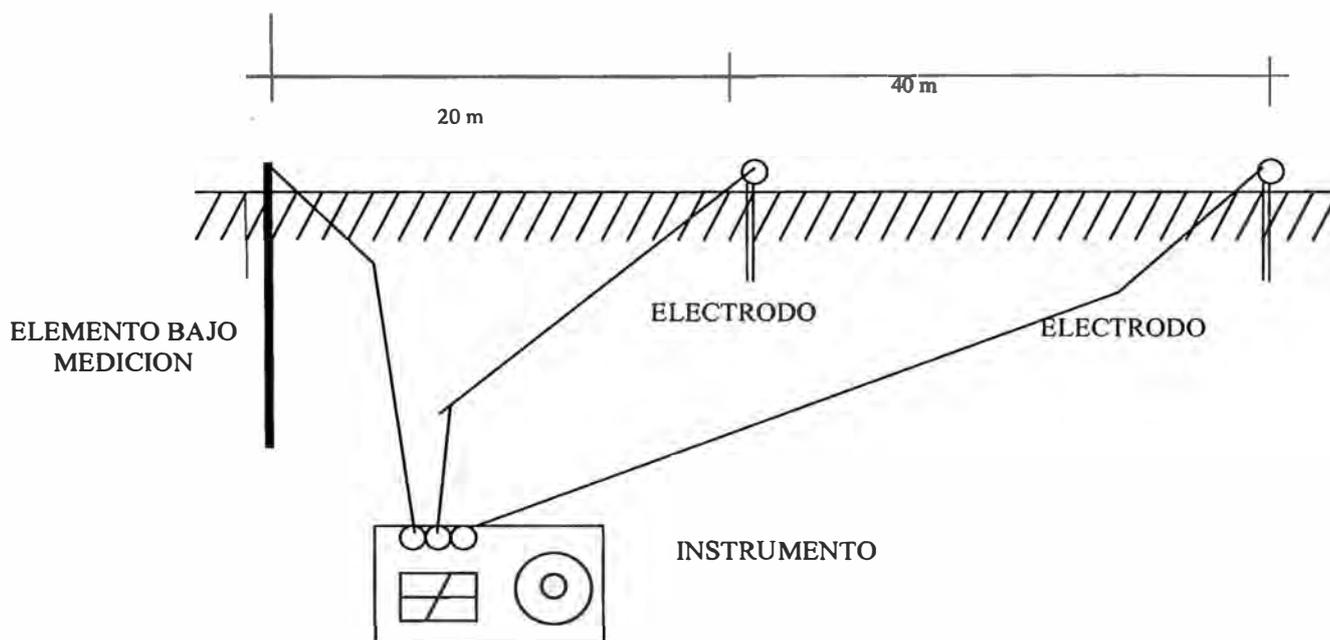


Fig. 3.2 Diagrama de la medición de tierra

3.6 Aceptación del sistema.

La verificación de los parámetros de los sistemas de espectro expandido del tipo que se especifican para el radio enlace Camisea, se efectúa a través del software propietario del mismo equipamiento, utilizándose como herramienta de medición una terminal adecuada (normalmente PC portátil con el software adecuado).

El detalle de los parámetros típicos a tener en cuenta son los siguientes:

- Potencia de transmisión. A través de la terminal se deberá verificar que la potencia de transmisión de la etapa de Radio frecuencia, deberá cumplir con la nominal establecida por el proveedor del sistema (mínimo la especificada).
- Sensibilidad del receptor. Se deberá verificar que el nivel de umbral de recepción, cumple con los parámetros nominales establecidos por el proveedor (mínimo lo especificado).

- Frecuencias de operación. Se deberá verificar la frecuencia de operación de la terminal, la cual deberá ajustarse a los canales establecidos dentro de la banda de uso de 2,4 GHz.
- Datos de protocolo. Se debe efectuar el análisis del Protocolo IP de acuerdo a normas estándares.
- Relación señal a ruido. Se deberá verificar el nivel de señal/ruido del enlace (valor típico: 20 dB).

Calidad del enlace. Se deberá verificar lo siguiente:

- Que el enlace cumple con el nivel de señal establecido en los cálculos de enlace correspondientes a cada salto
- Las disponibilidades especificadas en los mismos.
- Análisis del tráfico y cantidad de información (paquetes) perdida.
- Promedio de trabajo.
- Promedio del ancho de banda utilizado.

3.7 Resumen del capítulo.

Es este capítulo hemos realizado la descripción de todos los trabajos a realizar en las tres locaciones a fin de implementar el radio enlace.

Se a detallado la forma como serán instalados los elementos necesarios en cada parte del sistema y las características de los mismos.

También se ha resaltado las características técnicas de cada parte del sistema poniendo cuidado en especificar en forma minuciosa todo lo que se necesita, a fin de poder hacer la adecuada elección de los mismos en el momento que se tenga que efectuar las compras de todo el equipamiento.

Con toda la información obtenida se realizo el radio enlace en el Proyecto del Gas de Camisea, quedando conformado y operativo el sistema, cumpliendo con los parámetros propuestos y quedando instalado de manera satisfactoria todas las partes del mismo.

Los equipos fueron adquiridos en Setiembre del año 2003 y la instalación se procedió a realizar en ese mismo mes.

En el anexo 1 se muestran las hojas de especificaciones de los distintos equipos que fueron adquiridos para la realización del proyecto.

CONCLUSIONES

1. La primera conclusión que se obtiene del presente estudio es que las redes inalámbricas son una solución bastante estable en la actualidad, las cuales pueden ser implementadas para solucionar problemas de conectividad entre distintos puntos de la red LAN o WAN de una empresa, como es el tema de este estudio en el cual era necesario contar con un mecanismo alternativo en caso de ocurrir problemas en el enlace usado de fibra óptica y la única solución fue tener un enlace de radio, en este caso el Sistema del Radio Enlace Wireless cumple todos los requisitos a un costo de implementación bastante aceptable.
2. Es necesario realizar toda la planificación y coordinación necesaria entre las distintas áreas involucradas de la empresa, para instalar un radio enlace en lugares donde se cuentan con pocas o ninguna facilidad, como en este caso fue en la selva en terrenos con geografía muy difícil.
3. Las implementaciones de este tipo requieren todo un estudio previo a su realización el cual puede ser realizado en campo y también en simulaciones por software, obteniendo de esta forma una comprobación de que los trabajos a realizar logran cumplir los estándares de confiabilidad y desempeño esperados.
4. La implementación de un trabajo de este tipo requiere el apoyo de varias áreas de la compañía, así tenemos que para los trabajos del relevamiento de terreno corresponde a estudios topográficos, las obras civiles necesarias a construcciones, los medios de transporte necesarios a logística, la planificación de ingeniería, etc.
5. Es necesario realizar un control de la situación del radio enlace cada cierto tiempo, para determinar que los equipos se encuentran en correcto funcionamiento, esto se debe considerar como parte de un plan de mantenimiento preventivo del mismo y se deben crear los procedimientos necesarios para realizar los mismos.
6. Esta implementación inalámbrica como respaldo a las comunicaciones entre las locaciones de Malvinas y San Martín, ha permitido comprobar de forma concreta

que la solución es viable y de esta forma se puede planificar realizar nuevas implementaciones de radio enlace entre las demás locaciones que involucran al proyecto.

ANEXOS

ANEXO A. Hojas de Datos de los Equipos Instalados

Se presentan a continuación las hojas técnicas de los equipos que se instalaron en el radio enlace.

Estas hojas técnicas son proveídas por los fabricantes de los equipos.

Serie SPEEDLAN 9000

Ruteadores inalámbricos de Banda Ancha



La línea de ruteadores inalámbricos SPEEDLAN® 9000 ofrece una flexibilidad sin igual para resolver los desafíos de diseñar, construir, y administrar las actuales redes inalámbricas. Permite que el usuario elija entre una topología de estrella, malla, o punto a punto, el SPEEDLAN 9000 proporciona una plataforma que puede crecer con su negocio y re-instalarse fácilmente a la vez que las necesidades de su negocio cambian.

Extienda la cobertura de su red inalámbrica

¿Tiene actualmente una estación base, pero no puede acceder a algunas oportunidades de negocio, por problemas de línea de vista? La línea SPEEDLAN 9000 puede ayudarle a solucionar este problema cubriendo las áreas ocultas para los ISPs o los proveedores de servicio que usan MMDS, LMDS, o bases inalámbricas ISM. Con la topología de malla, los 9000 pueden encaminar su señal alrededor de obstrucciones como las colinas, los árboles, o edificios más grandes, que pueden evitar que algunas instalaciones se comuniquen directamente con una estación base.

Aplicaciones en el área académica, de negocios, o residenciales

Con la topología de malla, las aplicaciones ubicadas en las áreas académicas, de negocios o residenciales, inaccesibles hasta ahora por vía inalámbrica, son fácilmente accesibles. A diferencia de los sistemas basados en topología punto a punto o multipunto, no se requiere un estudio de línea de vista para determinar si la estación base puede ser vista desde la ubicación requerida. Basta con que usted "vea" cualquier otra de las unidades 9000 y ¡listo, usted está conectado! Y, como una ventaja asociada, cada nuevo edificio agregado a una red en malla amplía su capacidad de conectar aún más edificios. El tiempo de instalación por el edificio se puede reducir a una hora o menos, disminuyendo dramáticamente los costos de instalación.

Reemplazo de la línea arrendada para su organización

Usando un simple enlace punto a punto, usted puede conectar edificios separados hasta 40 Kilómetros a velocidades de LAN. Con menos de un día de trabajo, usted puede eliminar cargos de línea arrendada, aumentar la productividad, la velocidad de conexión, y tomar control sobre su comunicación de edificio-a-edificio.

Con una estación base SPEEDLAN 9000, usted puede conectar hasta 100 edificios remotos con la estación central. Las escuelas, los hospitales, y los bancos se pueden beneficiar aumentando la velocidad de la conexión entre los edificios y reduciendo o aún eliminando costos de la línea arrendada. Los usuarios en múltiples edificios de una organización pueden ahora compartir el acceso al Internet con un sitio central, con mayor control y seguridad, a la vez que se reducen los costos. Dando a usuarios de la red en edificios alejados el ancho de banda requerido para la comunicación video, o la voz sobre IP, y la colaboración interactiva en proyectos, los clientes empresariales pueden aumentar la eficiencia operacional de su organización.

Acorde al desafío

Con su combinación única de opciones de configuración, el SPEEDLAN 9000 proporciona la Flexibilidad, Escalabilidad y Poder que usted necesita. Si usted necesita conectar dos edificios a través de un estacionamiento o desea instalar una red MAN inalámbrica compleja, el SPEEDLAN 9000 tiene las características que usted necesita en un solo paquete al alcance de su presupuesto.

Facilidades	Beneficios
Radio de 11 Mbps	Alto rendimiento y bajo costo
Banda ISM de 2.4 Ghz	No requiere licencias
Topología de malla o estrella	Máxima flexibilidad
NAT & DHCP server/client	Red segura y eficiente
Herramienta de configuración basada en Windows SPEEDView™	Fácil resolución de problemas
Configuración, administración y mantenimiento basado en HTML	Simplicidad de configuración y mantenimiento
Ruteo IP Multipunto	Facilidad de expansión de la red
Estación Base Polling	Mayor rendimiento
Encriptación AES	Mayor seguridad

Wave™
WIRELESS NETWORKING

Serie SPEEDLAN 9000

Ruteadores Inalámbricos de Banda Ancha

Enlace Troncal entre edificios

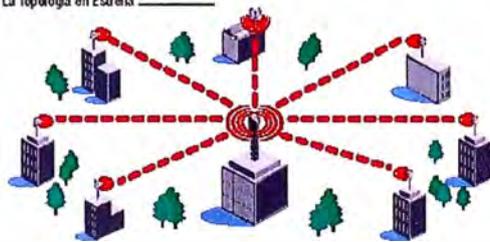
La topología más básica es un enlace punto a punto simple entre dos edificios. Una conexión inalámbrica de edificio-a-edificio es un alternativa común a las líneas arrendadas y al tendido subterráneo de cable o fibra. Un enlace SPEEDLAN 9000 punto a punto puede ser instalado en el plazo de algunas horas y conectar edificios separados hasta 40 Km. Con retorno de inversión (ROI) tan corto como un mes o dos, y con un ancho de banda comparable al de una línea T1, SPEEDLAN 9000 es una solución de banda ancha de edificio-a-edificio excelente.



La Topología en Estrella

Para los usos que requieren enlazar múltiples edificios, una topología en estrella puede ser la mejor opción. En esta topología, una unidad de SPEEDLAN 9000 opera como estación base central, definiendo la secuencia de "polling" (interrogación secuencial). Las otras unidades se configuran como estaciones satélites (CPE: Customer Premises Equipment). Mediante el uso de nuestro protocolo K², SPEEDLAN 9000 supera los problemas inherentes a los productos basados en la norma 802.11 por la existencia de transmisores ocultos. El protocolo K² elimina la posibilidad de que unidades CPE transmitan al mismo tiempo, solucionando así el problema de unidades CPE propias causando interferencia dentro de la red.

La Topología en Estrella



Altamente escalable, cada estación base SPEEDLAN 9000 puede servir hasta 100 edificios remotos a la vez, y puede sobre-suscribirse hasta niveles de 5 a 1 para aplicaciones ISP. Una vez que una red en estrella SPEEDLAN 9000 está instalada, nuestro protocolo K² ajusta de uso óptimo del ancho de banda. Usando la interrogación inteligente, la estación base supervisa actividad de cada CPE y optimiza el ancho de banda para cada estación remota. Con la asignación dinámica del ancho de banda, los CPE remotos con una carga de tráfico densa se interrogan más con frecuencia que CPE con un tráfico ligero. Los usuarios a través de la red gozarán de un ancho de banda confiable, de una alta disponibilidad como nunca antes.

Topología de Malla

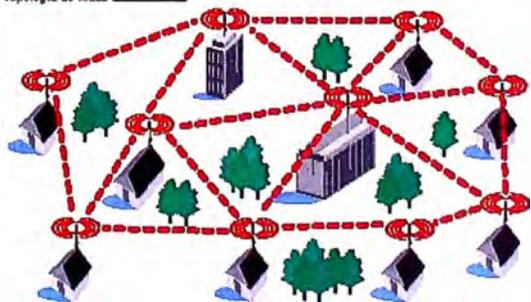
Usando una topología de Malla, el SPEEDLAN 9000 permite una rápida instalación de una red inalámbrica de banda ancha, sin tener que definir un sitio central para una estación base o analizar requisitos de la línea de vista de nuevo a la estación base. Con el acoplamiento, cada rebajadora de SPEEDLAN 9000 se comunicará con cada otro nodo del acoplamiento dentro de un radio sin obstáculo de hasta 2 millas dependiendo de la tarifa del modelo y de datos seleccionada. Esto crea una nube IP multi-hop ruteada, capaz de auto-reconstruirse, capaz de un ajuste dinámico del ancho de banda, y escalable hasta 100 nodos.

En la empresa, la topología de Malla, SPEEDLAN 9000 proporciona una plataforma para rápidamente conectar múltiples edificios remotos, cuando el uso de una estación base no es posible. La topología de Malla le da la capacidad de conectar a más usuarios, en más edificios, mientras que dramáticamente reduce o elimina costos de la línea arrendada.

Para los proveedores de servicio de banda ancha, la topología de Malla SPEEDLAN 9000 disminuye sensiblemente la necesidad de viajes entre los puntos, reduce costos de mantenimiento, y el tiempo de la instalación a largo plazo. Con una robusta, red inalámbrica de banda ancha auto-regenerable, usted puede servir a más clientes con mayor ancho de banda que antes.

Los modelos multi-usuario y residenciales están específicamente diseñados para resolver las demandas de conectividad para todo tipo de usuarios, desde los usuarios residenciales, hasta las grandes corporaciones. Con 11 Mbps de ancho de banda inalámbrico, el SPEEDLAN 9000 es la solución más flexible, más robusta, de alto rendimiento, con topología de Malla en el mercado hoy.

Topología de Malla



Wave Wireless Networking, el logotipo de Wave Wireless Networking y SPEEDView son marcas registradas de Wave Wireless Networking. SPEEDLAN es una marca registrada de Wave Wireless Networking. El resto de las marcas registradas mencionadas en este documento son propiedad de sus dueños respectivos. Wave Wireless Networking y SPEEDCOM Wireless Corporation no se hace responsable por los daños incurridos por incorrectas técnicas en este documento. El contenido de este documento está sujeto a cambio sin previa notificación Wave Wireless Networking© 2001/2002. Todos los derechos reservados. (SLAN 9102, 9102, 9103, 9104, 5/02) Versión 1.1

Funciones Avanzadas

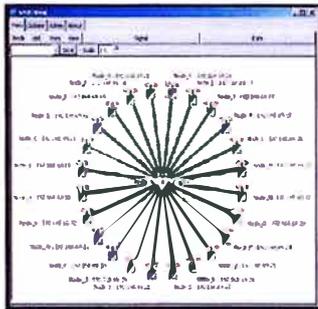


Administración de la Red

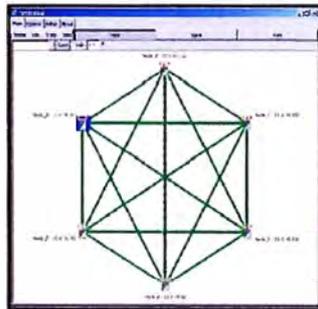
SPEEDView es una flexible herramienta de configuración y administración de redes inalámbricas basada en Windows, que permite que usted aisle y que resuelva rápidamente problemas de la red. SPEEDView le da una detallada imagen de la red que le permite "con una mirada" obtener la máxima información del estado de sus equipos, permitiéndole ver todos los nodos en red dentro de cualquier estrella o célula de la red en malla.

Los encargados de red pueden supervisar, administrar y controlar los nodos locales y remotos SPEEDLAN 9000 desde un punto central o desde cualquier otro punto en la red. Compruebe la operación de la red rápidamente con una interfaz gráfica dinámica; observe el funcionamiento de la red en un formato gráfico fácil de leer e interpretar. SPEEDView utiliza líneas sólidas verdes para indicar las conexiones directas (con línea de vista), líneas sólidas rojas para las conexiones obstruidas (debido a fallas o instalación inapropiada) y líneas punteadas rojas para las conexiones no disponibles. Estos indicadores ayudan a encargados a localizar averías a alineación de la antena y a localizar nodos bloqueados, para poder reencaminar el tráfico por rutas más adecuadas.

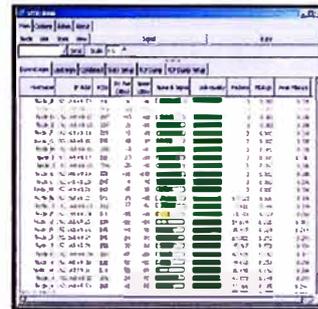
Usted puede también observar y configurar parámetros y servicios en cualquier nodo SPEEDLAN 9000 con solo hacer doble click sobre el nodo correspondiente en el diagrama de la red. Esto abre una ventana en su navegador de red que le da acceso al configurador. Esta es una herramienta de configuración y administración basada en Web que le permite la supervisión de su nodo SPEEDLAN 9000, fijar parámetros de seguridad, fijar el ancho de banda de RF y la frecuencia de operación, monitorear el estado de las rutas o hacer diagnósticos en línea.



Ejemplo de una red en estrella de 25 nodos vista desde el SPEEDView Network Diagram Screen.



Ejemplo de una red en malla de 6 nodos vista desde el SPEEDView Network Diagram Screen.



Ventana de estadísticas de la red, da una representación visual de la conexión de cada nodo con la base

NAT y DHCP

Los productos SPEEDLAN de la serie 9000 presentan un nivel sin par de características y rendimiento, ofreciendo facilidades como NAT (translación de direcciones de red) y DHCP (servidor dinámico de direcciones de red). NAT incrementa la seguridad de la red y permite que los ocupantes de un edificio compartan una sola dirección IP global. El servidor de DHCP permite que las direcciones del IP sean asignadas dinámicamente en el sitio remoto. Distribuir estas funciones administrativas a cada edificio remoto reduce sensiblemente el tráfico administrativo que debe viajar hacia los servidores del ISP.

Sólida caja de instalación a la intemperie

El SPEEDLAN 9000 está alojado en una caja de metal moldeada y sellada contra la intemperie, adecuada para su instalación en un mástil o una torre. La serie 9000 permite hasta 100 metros de cable Ethernet Categoría 5, especialmente adecuado para su instalación a la intemperie, sin introducir pérdidas en la señal de radio. Esto aumenta la distancia del enlace inalámbrico y reduce o aún elimina la necesidad de un amplificador.



Serie SPEEDLAN 9000

Ruteadores Inalámbricos de Banda Ancha

Especificaciones Técnicas del SPEEDLAN 9000			
Radio		Mecánicas	
Tipo	Espectro disperso por secuencia directa (DSSS)	Caja	Chasis metálico NEMA 4, apto para instalación en poste
Frecuencia	2400MHz - 2483.5MHz	Dimensiones (A-L-P)	
Canales	11	9101	31.5 x 7 x 3.5 (80.0 cm x 17.8 cm x 8.9 cm)
Modulación	COX @ 11Mbps	9102/9103	9 x 7 x 3.5 (22.9 cm x 17.8 cm x 8.9 cm)
Ganancia del Proceso	11dB (nominal)	9104	25.0 x 7 x 3.5 (63.5 cm x 17.8 cm x 8.9 cm)
Método de Comunicación	Half Duplex	Peso	
Potencia de Transmisión	+14 dBm (típico)	9101	5.5 lb. (2.5 Kg)
Sensibilidad del Receptor	-94 dBm (-82 dBm @ 11 Mbps)	9102/9103	4.55 lb. (2.06 Kg)
Interfaz LAN alámbrica		9104	5.1 lb. (2.3 Kg)
Norma	IEEE 802.3 Ethernet	Ambientales	
Interfaz Física	10Base-T, 10/100Base-Tx	Rango de operación	-40° C a +60° C (Almacenaje)
Protocolos de red	IP, TCP, UDP, ICMP, RIPv1, RIPv2, TFTP, IGMP, ARP, DHCP relay, DHCP server, DHCP client, NAT		-25° C a +60° C (Arranque)
Interfaz LAN Inalámbrica			-40° C a +60° C (Operación)
Interfaz Inalámbrica	11 Mbps sencilla	Humedad	0 a 100% (sin condensación, lluvia hasta 4"/hr)
Interfaz de RF	Conector en panel RTNC	Generales	
Tasa de error	Mejor de 10 ⁻⁵	Alimentación	100-250 VAC, 47-62 hertzios, 70 VA
Configuración y administración		Gama Máxima De la Señal	Tarifa De Datos @ 11Mb Tarifa De Datos @ 1Mb
Actualización	Firmware actualizable en banda	9101	800 Metros 3.2 Kilómetros
Configuración y administración	Servidor interno basado en WEB	9102/9103	25 Kilómetros 40 Kilómetros
		9104	400 Metros 2 Kilómetros
		Regulaciones	FCC Part 15, ETSI/CE, DOC
		Garantía	1 año en depósito, garantía extendida disponible
		Seguridad	
		Encriptación Inalámbrica	AES-128 bit

	Instalación a la internet	NAT	DHCP server/client	Firmware actualizable por software basado en Web	Configuración y administración basado en Web	Protocolo de rutas RIPv2	Estrella - Estación Base	Estrella - CPE	Topología en Malla	Antena Omnidireccional integrada de 8 dBi	Antena Omnidireccional integrada de 5 dBi	Residencial	Comercios Habituales/Negocios
9101	•	•	•	•	•	•	•	•	•				•
9102	•	•	•	•	•		•	•					•
9103	•	•	•	•	•	•		•					•
9104	•	•	•	•	•			•		•	•		



7020 Professional Parkway, East • Sarasota, FL 34240
 800-721-WAVE (9283) • 941-907-2300 • FAX 941-355-0219
www.wavewireless.com

Shell Solar

Hoja de Especificaciones Técnica

Shell SP65 Módulo Solar Fotovoltaico

Generalidades

El módulo Shell SP65 contiene 36 células solares de silicio monocristalino PowerMax[®] de 125 x 125mm conectadas en serie.

El módulo Shell SP65 puede generar una potencia máxima de 65 W a 16.5 V.

El módulo solar Shell SP65 está diseñado para aplicaciones conectadas a la red eléctrica y aisladas.

Homologaciones y Certificaciones

El módulo solar Shell SP65 cumple los siguientes requisitos:

- IEC 61215
- UL - Lista 1703
- Aprobación FM
- Aislamiento TÜV Clase II

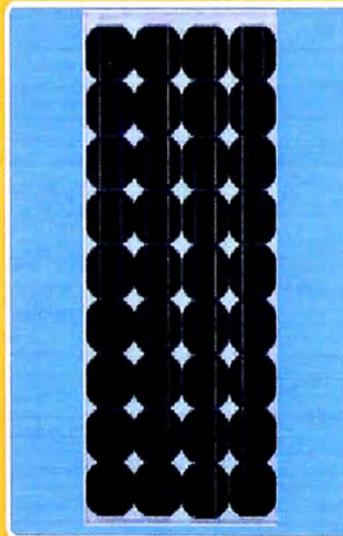


Todos los módulos Shell Solar se fabrican en plantas certificadas ENISO 9001.

Garantías Limitadas

- Potencia máxima durante 25 años
- Defectos de fabricación durante 2 años

Módulo Shell SP65

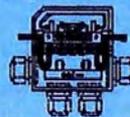


Caja de Conexiones

La caja de conexiones es de tipo IP44 de la más alta calidad para protección contra humedad o el polvo. Esta caja contiene un bloque rígido de conexión para terminales tipo alomillados y además contiene dos diodos tipo "bypass" para la protección de la celda solar contra sobrecalentamiento "hot spot".

Caja de Conexiones ProCharger™-CR

Sección máxima del conductor: 4 mm²
Tipo de protección: IP44
Número de diodos de derivación: 2



Ventajas

- Las células solares monocristalinas PowerMax[®], generan una potencia máxima de salida incluso en condiciones de luz reducida, ofreciendo mayor potencia en situaciones de espacio limitado.
- La superficie de la célula PowerMax[®], es de textura piramidal, lo que permite una mayor absorción de luz y una excepcional eficiencia.
- Su vidrio templado de gran transparencia, garantiza una elevada resistencia al impacto y protección contra el granizo, nieve, hielo y tormentas.
- 300MW de potencia instalada acumulada proporcionan una experiencia que aplicada a la evolución de nuestra gama de silicio monocristalino, garantizan que nuestros productos dispongan de una larga y fiable vida de servicio respaldada por una garantía de 25 años.



**EQUIPO ELÉCTRICO,
CONSULTE CON SU INSTALADOR**

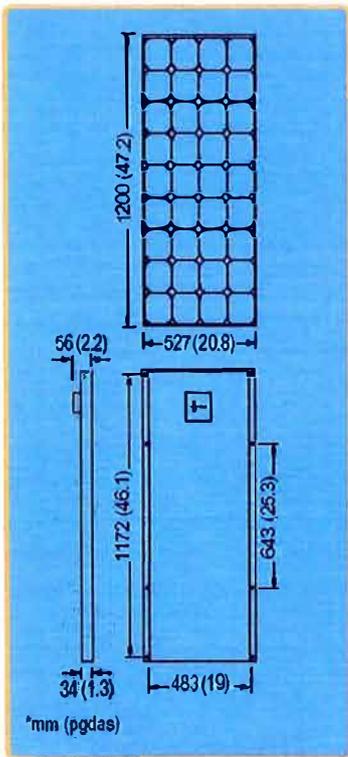
Atendiendo a la continua investigación y evolución de producto, las especificaciones contenidas en esta ficha de Información de Producto está sujeta a modificaciones sin previo aviso. Las especificaciones pueden sufrir ligeras modificaciones. Para las instrucciones de instalación y funcionamiento, consulte los manuales correspondientes. Ningún derecho errata de la presente Ficha de Información de Producto. Shell Solar no asume ninguna responsabilidad vinculada o conexiones en modo alguno del uso dado a la información contenida en la misma.



Shell SP65 Módulo Solar Fotovoltaico

Especificaciones Mecánicas del Módulo

El marco es de aluminio anodizado resistente a la corrosión y a la torsión la cual garantiza una gran resistencia en condiciones extremas ambientales. Los orificios en el marco tienen pre-taladrados para su fácil instalación en el campo.



Dimensiones exteriores (mm)	1200 x 527
Grosor (incl. caja de conexiones) (mm)	56
Grosor (excl. caja de conexiones) (mm)	34
Peso kg (lbs)	7.6(16.7)

Para las instrucciones de instalación, consulte el **Manual de Instalación** de Shell Solar.

Características Eléctricas

Datos en Condiciones de Ensayo Estándar (STC)

STC: nivel de irradiación 1000W/m², espectro AM 1.5 y temperatura de la célula de 25° C.

Potencia nominal	P _T	65W
Potencia máxima	P _{mpp}	65W
Tensión de máxima potencia	V _{mpp}	16.5V
Corriente de potencia máxima	I _{mpp}	3.95A
Tensión de circuito abierto	V _{OC}	21.4V
Corriente de cortocircuito	I _{SC}	4.5A
Ratio del fusible en series		15A
Minima potencia máxima	P _{mpp min}	60W

La abreviatura "mpp" significa Punto de Maxima Potencia.

Datos típicos en condiciones de temperatura operativa nominal de la célula (TONC)

TONC: 800W/m² nivel de irradiación, espectro AM 1.5, velocidad del viento 1m/s, T_{amb} 20° C.

Temperatura	T _{TONC}	45°C
Potencia Mpp	P _{mpp}	46.6W
Tensión Mpp	V _{mpp}	14.9V
Tensión de circuito abierto	V _{OC}	19.5V
Corriente de cortocircuito	I _{SC}	3.6A

Datos típicos con baja irradiación

La reducción relativa de la eficiencia del módulo con una irradiación de 200W/m² con relación a 1000W/m², ambos con temperatura de la célula de 25°C y espectro AM 1.5 es del 7%.

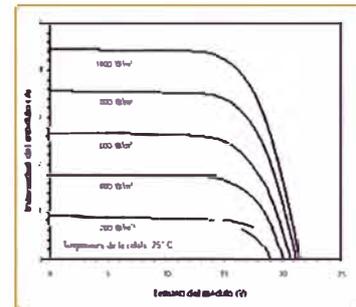
Coefficientes de temperatura

α P _{mpp}	-0.45 %/°C
α V _{mpp}	-76 mV/°C
α I _{SC}	+2 mA/°C
α V _{OC}	-76 mV/°C

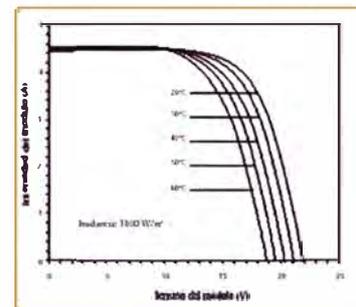
Tensión máxima del sistema: 600 Vcc

Características Típicas I/V

El gráfico I/V muestra el rendimiento típico del módulo solar con diferentes niveles de irradiación.



El gráfico I/V muestra el rendimiento típico del módulo solar con diferentes temperaturas de célula.



Las referencias que aparecen en esta ficha de Información de Producto respecto a "Shell Solar" hacen mención a empresas y otras entidades organizativas del Grupo de Compañías Royal Dutch/Shell dedicadas a las actividades de la energía solar fotovoltaica. Shell Solar se fundó en 1999 y su sede central se encuentra en Amsterdam, Holanda.

Para mayor información sobre los productos Shell Solar, póngase en contacto con:

Shell Solar
Customer Service/Servicio al Cliente
4650 Adolph Lane, Camarillo CA 93012
805-482-6800 Fax 805-388-6395
Web www.shell.com/solar

V2/SP65/11/02/US
024437



Solar System Manager Solarix Tarom

Track down the state of charge for all system designs
Consumption management by setting up priorities
Available for version 12/24 V and 48 V
Alphanumeric LCD display



Atom
CE

Up to 45A obtainable
Freely programmable
Excess management
Data Logger

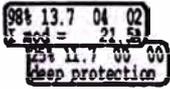
steca
CE

Solarix Tarom System manager

Solarix Tarom is not only a normal solar charge controller. It combines two new power technologies and aims at the best quality as a system controller. First, Solarix Tarom traces down the charging status of the accumulator with an unprecedented accuracy. It is in this way that you are managing the energy yourself with the precise status indicator. Second, all the data can be transmitted into the DC-net. With this function, there is no need for additional data nets to send the battery information to other installed devices. Besides, with the help of installed receivers, the deep discharge protection is decentralized by setting up different priorities. For every system program registers with its own parameter value, it enables Solarix Tarom to be operated optimally. A connected monitor can be used to call back all the recorded actual system parameters. For example, the consumption of energy from last few days or weeks.

Other than above newly invented features, Solarix Tarom certainly offers the best quality of functions as a solar charge system controller.

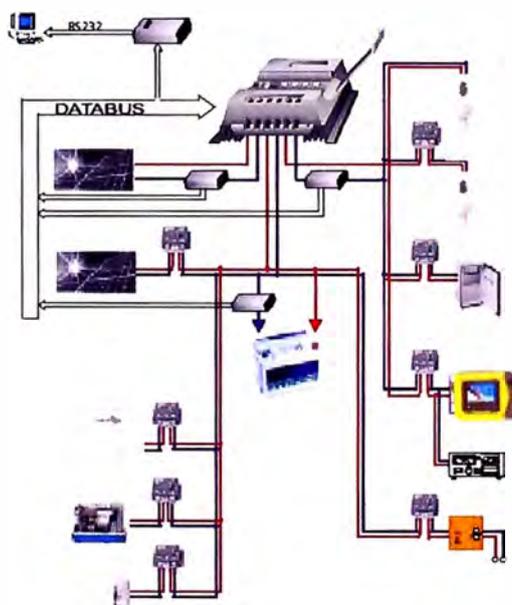
LCD display:

 A double-line display informs on important system parameters via status indicator.

The first line indicates permanently the status of charge, battery voltage, charging and final charging current (with rough decomposition). The second line informs on the system parameters and current status with permanently changing detailed values and descriptions by changing the beat in every three seconds.

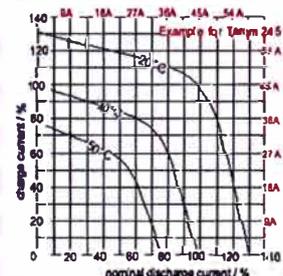
Options:

- Data logger equipped with RS232 and two analog entrances
- By putting an additional shunt into the battery cable, the controller can register. The charging status and enlarge the current load up to 100A
- Integrated external temperature sensor
- Data receiver



Technical Data:

	Solarix Tarom 235	Solarix Tarom 245	Solarix Tarom 430
System voltage at 25°C	12/24V	12/24V	48 V
Max. load current	35 A	45 A	30 A
Max. operating current	35 A	45 A	30 A
Max. current	45 A	60 A	40 A
Max. plus current (400ms)	135 A	180 A	120 A
Ambient temperature		-10°... +60° C	
Storage temperature		-10°... +80° C	
Connection		16/25 mm ²	
Weight		400 g	
Dimensions		188x128x49 mm	
Enclosure		IP 22	



Solarix®, Atonic® are registered trademarks of Steca GmbH. The LED-Display and the hybrid controlling system are protected by the German Patent Office under numbers G 93 17 097.1 and G 93 17 338.5.

AT-MC100 Series, Fast Ethernet Media Converters

ATMC101XL TX to FX Fast Ethernet media converter with ST fiber connectors

ATMC102XL TX to FX Fast Ethernet media converter with SC fiber connectors



KEY FEATURES

Half and Full
Duplex operation

Transparent to
802.1Q packets

Fits the AT-MCR12
rackmount chassis

MDI/MDIX

MissingLink™

Link Test

FIBER CONNECTIONS

The Allied Telesyn range of Fast Ethernet Media converters provides a complete family of conversion devices, allowing users to extend the size of UTP networks with the use of fiber cabling. Supporting both SC and ST fiber connectors, these converters can be used to extend networks with up to 2km of fiber.

AUTO-NEGOTIATION AND MISSINGLINK™

When connecting media converters to auto negotiating Fast Ethernet switches, these media converters will automatically connect the link in either Full or Half-Duplex mode, allowing the link to be established with the greatest bandwidth. Alternatively, the MissingLink feature allows accurate reporting to network management systems as well as allowing devices with redundant link capability to be inter connected with these media converters, as a failure in one fiber link will be signalled to the switch, allowing the second link to become active.

SIMPLE INSTALLATION

Both media converters feature an internal MDI/MDIX switch, allowing the converter to be connected to either a PC, hub or switch with a simple UTP cable. The media converters also allow the installer to test the integrity of fiber connection, by forcing the converters to communicate over the fiber cable. This 'Link Test' feature allows installers to check for cable faults without the need for expensive fiberoptic test equipment.

STANDALONE OR RACKMOUNTED

Each small media converter is powered by an external power supply unit for use in standalone applications. Where multiple media converters are being used, up to 12 standalone devices can be inserted into a low cost rackmount chassis, allowing all the converters to be powered by a single internal power supply. In critical applications, a second load sharing internal power supply can be installed into the rackmount chassis.

HASSLE FREE SUPPORT

Allied Telesyn Fast Ethernet media converters have a lifetime warranty and free technical support, ensuring trouble-free installation.

MEDIA CONVERTERS

 **Allied Telesyn**
Simply connecting the world

AT-MC100 Series, Fast Ethernet Media Converters

STATUS INDICATORS

Front Panel	
Power	Indicates power is applied to the converter
Link (2)	Indicates a valid receive link exists
Receive (2)	Indicates valid data being received by converter
Normal/Ext	Fiber test or normal operation

PACKET TRANSMISSION CHARACTERISTICS

Round Trip Delay	0.4µs Maximum
Bit Error Rate (BER)	<10 ⁻¹²

TWISTED PAIR INTERFACE

UTP Differential Output Voltage	Typical	Min.	Max.	
	960mV	950mV	1050mV	
Overshoot Voltage	Typical		Max.	
	4%		5%	
Single Amplitude Symmetry	Typical	Min.	Max.	
	1.0062	0.98	1.02	
Rise and Fall Time	Typical	Min.	Max.	
	Rise	4.6ns	3.0ns	5.0ns
	Fall	4.2ns	3.0ns	5.0ns
Rise and Fall Time Symmetry	Typical		Max.	
	0.4ns		0.5ns	

POWER CHARACTERISTICS

Input Voltage (Auto Ranging)	100-240VAC, 50/60Hz +/- 3%
External Power Supply	12VDC +/- 5%
Input Supply Voltage	12VDC +/- 5%
Max Current	.5
Power Consumption	6W

ENVIRONMENTAL SPECIFICATIONS

Operating Temp.	0°C to 40°C
Storage Temp.	-20°C to 80°C
Relative Humidity	5% to 95% noncondensing
Operating Altitude	0 to 10,000 feet

PHYSICAL CHARACTERISTICS

Dimensions	10.5cm x 9.5cm x 2.5cm (4.12" x 3.75" x 1.0")
Weight	294g (10.4oz)

ELECTRICAL/MECHANICAL APPROVALS

EMC	FCC Class A
Safety	UL-Ctd, CSA/USA, NRUL, IUV, CE compliant

ORDERING INFORMATION

AT-MC101XL-xx
TX to TX media converter
with ST fiber connectors

AT-MC102XL-xx
TX to TX media converter
with SC fiber connectors

Where xx =

- 10 AC Power supply, US power cord
- 20 AC Power supply, European power cord
- 30 AC Power supply, UK power cord
- 40 AC Power supply, Australian power cord

Port Type (Connector)	Cable Distance	Optical Frequency	Launch Power (dBm)			Receive Power (dBm)		
			Max.	Avg.	Min.	Min. Sensitivity	Typical Sensitivity	Saturation
101 UTP Copper	100m							
102 Coax Copper	185m							
104L LAN	2km	850nm	-10.0	-12.0	-15.0	-41.4	-43.0	-7.6
104L SAN	15km	1310nm	-17.0	-21.0	-23.0	-41.5	-45.0	-14.0
1001X UTP Copper	100m							
1004X LAN	2km	1310nm	-14.0	-16.8	-19.0	-31.8	-34.5	-14.0
1005X LAN	390m	850nm	-10.0	-12.0	-15.0	-41.4	-43.0	-7.6
1006X SAN (15km)	15km	1310nm	-8.0	-11.5	-15.0	-31.0	-31.0	-8.0
1006X SAN (40km)	40km	1310nm	0.0	-3.0	-5.0	-35.0	-38.0	0.0
1006X SAN (75km)	75km	1310nm	0.0	-2.0	-4.0	-37.0	-37.0	-3.0
1006X SAN (100km)	100km	1550nm	0.0	-1.5	-3.0	-37.0	-37.0	-3.0
10001 UTP Copper	100m							
10005X LAN	220-550m	860nm	-4.0	-7.0	-10.0	-16.0	-16.0	0.0
10006X SAN (10km)	10km	1310nm	-3.0	-6.3	-9.5	-20.0	-20.0	-3.0
10006X SAN (20km)	20km	1310nm	0.0	-1.5	-3.0	-24.0	-24.0	-3.0
10006X SAN (50km)	50km	1550nm	0.0	-2.5	-5.0	-24.0	-24.0	-3.0
10006X SAN (70km)	70km	1550nm	5.5	2.8	0.0	-24.0	-24.0	-3.0

Product Range: Allied Telesyn's long-term focus on price/performance networking has made it a market-leading provider of LAN, WAN and WAN network systems. Advanced Layer 3 switch and router technology perfectly complements its traditional Layer 2 switch, hub, adapter card and media conversion capabilities.
USA Corporate Headquarters: 19800 North Creek Pkwy, Suite 200, Bothell, WA 98011, USA • Tel: 800.424.4284 • Fax: 425.481.3895
European Headquarters: Kon. Vrijheidplein 13/2, 1062 HH Amsterdam, Netherlands • Tel: +31 20-346 07 00 • Fax: +31 20-346 07 10

www.alliedtelesyn.com

© 2001 Allied Telesyn International Corp. All rights reserved. Information in this document is subject to change without notice.
 All company names, logos, and product designs that are trademarks of registered trademarks are the property of their respective owners.
 617-08275-00 Rev. A





APC Smart-UPS XL 1000VA USB & Serial 230V
Part Number : SUA1000XLI



Product Overview

Description

APC Smart-UPS XL, 1000VA/800W. Input 230V/ Output 230V, Interface Port DB-9 RS-232, SmartSlot, USB, Extended runtime model

Features

Automatic Self Test, Automatic Voltage Regulation (AVR), Built-in SmartSlot, Hot Swap Batteries, Intelligent Battery Management, Line-interactive, Load Meter, Network-grade line conditioning, Overload Indicator, Replace Batt Indicator, Scalable Run Time, Sine-wave output, Software, Status Indicator LED's, USB Connectivity, User Replaceable batteries, Wide input voltage range

Includes

CD with software, Smart UPS signalling RS-232 cable, USB cable, User Manual

Communications & Management

Interface port

DB-9 RS-232 , SmartSlot , USB

Available Smart Slot Interface Quantity

1

Control panel

LED status display with load and battery bar-graphs and On Line : On Battery : Replace Battery : and Overload Indicators

Audible alarm

Alarm when on battery : distinctive low battery alarm : configurable delays

Emergency Power Off (EPO)

Optional

Included Software

PowerChute Smart-UPS Bundle

Output

Output power capacity	1,000 VA
Output power capacity	800 Watts
Nominal output voltage	230 V
Output Voltage Note	Configurable for 220 : 230 or 240 nominal output voltage
Output Connections	(8)IEC 320 C13  (2)IEC Jumpers

Input

Nominal input voltage	230 V
Input frequency	50/60 Hz +/- 3 Hz (auto sensing)
Input Connection Type	IEC-320 C14
Cord Length	6 feet (1.83 meters)
Input voltage range for main operations	160 - 285 V
Input voltage adjustable range for main operations	151 - 302 V

Surge Protection and Filtering

Surge energy rating	320 joules
Filtering	Full time multi-pole noise filtering ; 0.3% IEEE surge let-through ; zero clamping response time : meets UL 1449

Runtime

Typical backup time at half load	33.9 minutes (400 Watts)
Typical backup time at full load	9.7 minutes (800 Watts)
Runtime Chart	Smart-UPS XL

Batteries

Battery type	Maintenance-free sealed Lead-Acid battery with suspended electrolyte ; leakproof
Replacement battery cartridge	(1) RBC7

Physical

Maximum height dimensions	9 inches (22 cm)
Maximum width dimensions	7 inches (17 cm)
Maximum depth dimensions	17 inches (44 cm)
Net weight	60 lbs. (27 kg)
Shipping Weight	65 lbs. (30 kg)
Shipping Height	15 inches (39 cm)
Shipping Width	13 inches (32 cm)
Shipping Depth	23 inches (59 cm)
Color	Black
Units per Pallet	24.0
UPC Code	731304105237

Environmental

Operating Environment	0 - 40 °C (32 - 104°F)
Operating Relative Humidity	0 - 95%
Operating Elevation	0-10000 feet (0-3000 m)
Storage Temperature	-15 - 45 °C (5 - 113°F)
Storage Relative Humidity	0 - 95% Non-condensing
Storage Elevation	0-50000 feet (0-15000 m)
Online thermal dissipation	120 BTU/hr

Conformance

Approvals	C-tick, CE, EN 50091-1, EN 50091-2, GOST, PCBC, VDE
Standard warranty	2 year warranty extension on UPS and Batteries

BIBLIOGRAFÍA

1. William Stallings, “Comunicaciones y Redes de Computadoras – 6ª Edición”, Prentice Hall – España, 2001.
2. Randall K. Nichols – Panos C. Lekkas, “Seguridad para las Comunicaciones Inalámbricas”, McGraw-Hill – España, 2003.
3. “SpeedLAN 9000 series – Instalation and Operation User Guide Version 4.0”, Wave Wireless Networking – USA, 2003.
4. “Redes de Área Local – Redes Inalámbricas IEEE 802.11” Universidad Politécnica de Valencia, Facultad de Informática.
<http://www.disca.upv.es/jucano/>
5. Gregorio Robles, “Wireless MAN – Una solución bottom-up de conectividad inalámbrica”, Universidad Politécnica de Madrid, departamento de Ingeniería Telemática. <http://greco.dit.upm.es/~david/TAR/trabajos2002/11-WirelessGregorio-Robles/>