Índice

1. Presentación 1

2. Introducción 6

3. Conceptos Básicos sobre la Tecnología TETRA 9

4. Elementos del Sistema TETRA 12

   4.1 Centro de Control para TETRA. SCN-T Conmutando. 12

      4.1.1 TSU-200 17

   4.2 Estación Base TETRA (BS) 19

   4.3 Sistema Administrador de RED (NMS) 24

   4.4 Sistema de Despacho Tetra 25

   4.5 Radios de Microondas Nokia 27

5. Características de Sistema Elettra 28

   5.1 Movilidad 28

   5.2 Modo Trunking 29

   5.3 Modo Directo 29

6. Servicios del Sistema ELETTRA 30

   6.1 Llamada individual. 31

   6.2 Llamada de Grupo. 32

   6.3 Servicios de Datos de Circuito 33

   6.4 Servicios de Datos Cortos 33

   6.5 Servicios de Paquetes de Datos 34

   6.6 Opciones Avanzadas 35

   6.7 Servicios suplementarios 35

7. Despachador 36

   7.1 Servicios del DS 36

   7.2 Interfaz de Usuario 37

8. Numeración 39
8.1 Cantidad de Números en Sistemas TETRA 39
9. Interpolaridad 40
9.1 Interfaces SCN-T - PABX 40
9.2 Tarjeta Analógica PSTN 40
9.3 Tarjeta BRI ISDN 40
9.4 R2, QSIG 41
9.5 Procesamiento de voz TETRA 41
9.6 Tarjeta controladora RAID 41
9.7 Tarjeta LAN PCI 41
10. Descripción de Terminales TETRA 42
10.1 General 42
10.2 Radios Móviles TETRA, Serie VT FT, Marca Marconi 42
10.2.1 Información General 42
10.2.2 Información Técnica 43
10.2.3 Prestaciones 45
Radios Portátiles TETRA, Serie THR850 49
10.3.1 Información General 49
10.3.2 Información Técnica 49
10.3.3 Prestaciones 50
11. Criterios de Diseño 54
11.1 Cobertura Radio Eléctrica 54
11.2 Criterio de Calidad para el Servicio Fijo (Estaciones fijas) 54
11.3 Criterio de Calidad para el Servicio Móvil 57
11.4 Sistemas Móviles de Voz Digitalizada (Tetra) 58
11.5 Métodos Empíricos de Predicción de Propagación 58
11.6 Método de Hata – Okumura (1968-1980) 59
11.7 Método de Predicción de Propagación por Ordenador 59

11.8 Mapas Topográficos Digitalizados 60
11.9 Método Utilizado – Por Ordenador 60
11.10 Retroalcance 63
12. Estudio Radioeléctrico 64
13. Descripción de los Emplazamientos 86
14. Cálculo de Capacidad del Sistema 95
15. Alcance 97
16. Alcance de Material Propuesto 100
16.1 Edificio Divisional 100
16.2 Solidaridad 106
16.3 Repetidor Villa de Juárez 109
16.4 Ciénaga de Flores 109
16.5 SE Arco Vial 110
16.6 Repetidor Tampiquito 110
16.7 Portátiles 110
16.8 Móviles 111
16.9 Estaciones fijas 112
16.10 Consolas Remotas 113
17. Alcance de Material Opcional 114
17.1 Partes de Repuesto 114
17.2 Equipamiento para Medición y Pruebas 117
17.3 Interfaz con PABX 117
17.4 Interfaz con Sistema Convencional 118
17.5 Infraestructura Requerida 119
18. Alcance de Servicios Propuestos 120
19. Capacidad de Crecimiento del Sistema 123

20. Conclusiones..... 124

21. Bibliografía..... 125

1. Presentación

Este capítulo pretende ser una guía que ayude a la comprensión del proyecto Sistema de Radio Trunking Tetra en Monterrey, Mexico, ofertado por la empresa Sainco para la Comisión Federal de Electricidad de Mexico.

A continuación se incluye una breve descripción de los aspectos a desarrollar en los epígrafes siguientes:

- Introducción: en esta sección se presenta una primera visión de la solución presentada para el proyecto, incidiendo en las características principales de un sistema TETRA.
- Conceptos Básicos sobre la Tecnología TETRA: a continuación se describen con detalle las distintas funciones que realiza y las diversas características que posee un sistema TETRA.
- Elementos del Sistema TETRA: al ser el sistema TETRA un sistema modular, en esta sección se describirán los distintos bloques funcionales que lo conforman.
  - ⇨ Centro de Control para TETRA. SCN-T Conmutando: es el elemento principal del sistema y en este apartado se describirá la arquitectura lógica de su software, que incluye la infraestructura del software, las funcionalidades de Operación y Mantenimiento (O&M) y Conmutación del Circuito y la capa de Interfaz. También se especificará la configuración básica del SCN-T.
    - ♦ TSU-200: este subapartado se dedica a enumerar las distintas tarjetas que componen la unidad clave de control y procesamiento del SCN.-T.
  - ⇨ Estación base TETRA(BS): aquí se presentan las características, funcionalidades y composición de las distintas BS.
  - ⇨ Sistema Administrador de Red (NMS): este apartado nos ilustra sobre el funcionamiento del sistema de gestión de red.
  - ⇨ Sistema de Despacho TETRA: en este epígrafe se especifican Las características y composición de este sistema.
  - ⇨ Radios de Microondas Nokia: breve descripción de dichos equipos.
- Características de Sistema Elettra: Elettra es el nombre que recibe el sistema TETRA de Marconi. Este apartado se centra en la itinerancia de las unidades radio y en los dos modos de funcionamiento posibles del sistema, modo Trunking y modo directo.
  - ⇨ Movilidad.
  - ⇨ Modo Trunking.

- ⇨ Modo Directo.

- Servicios del Sistema Elettra: este epígrafe está dedicado a la estrategia de asignación y liberación de canales, como introducción a la descripción de las distintas prestaciones del sistema.
  - ⇨ Llamada individual.
  - ⇨ Llamada de grupo.
  - ⇨ Servicios de Datos de Circuito.
  - ⇨ Servicios de Datos Cortos.
  - ⇨ Servicios de Paquetes de Datos.
  - ⇨ Opciones Avanzadas.
  - ⇨ Servicios suplementarios.
- Despachador: al ser el sistema que permite a los operadores controlar las operaciones de usuarios móviles, vamos a profundizar, en este capítulo, en sus características.
  - ⇨ Servicios del DS: distintas funciones que realiza la estación de Despacho.
  - ⇨ Interfaz de Usuario.
- Numeración: formato de la numeración que se aplica en el estándar TETRA.
- Interpolaridad: en este epígrafe se describen las distintas tarjetas disponibles.
  - ⇨ Interfaces SCN-T – PABX.
  - ⇨ Tarjeta Analógica PSTN.
  - ⇨ Tarjeta BRI ISDN.
  - ⇨ R2, QSIG.
  - ⇨ Procesamiento de voz TETRA.
  - ⇨ Tarjeta controladora RAID.
  - ⇨ Tarjeta LAN PCI.
- Descripción de Terminales TETRA.
  - ⇨ General: distintos modelos ofertados en el proyecto.
  - ⇨ Radios Móviles TETRA, Serie VT FT, Marca Marconi.
    - ♦ Información General: descripción básica de las radios móviles a colocar en los vehículos.
    - ♦ Información Técnica: características principales del equipo.

- ♦ Prestaciones: se especifican las diferentes posibilidades que el sistema otorga para la comunicación de voz, así como la comunicación de datos.

⇨ Radios Portátiles TETRA, Serie THR850.

- ♦ Información General: descripción básica de los teléfonos.
- ♦ Información Técnica: características principales del equipo.
- ♦ Prestaciones: se especifican las diferentes posibilidades que el sistema otorga para la comunicación de voz, así como la comunicación de datos. También se refiere a otras prestaciones añadidas y a los accesorios disponibles para los teléfonos.

- Criterios de Diseño: en este apartado se engloban los distintos cálculos realizados para el estudio de cobertura del sistema.

⇨ Cobertura Radio Eléctrica: parámetros considerados a la hora de hacer el alcance radioeléctrico.

⇨ Criterio de Calidad para el Servicio Fijo (Estaciones fijas): cálculos realizados para determinar el grado de disponibilidad/calidad basados en el método de predicción por distribución Rayleigh.

⇨ Criterio de Calidad para el Servicio Móvil: cálculos basados en el criterio 90% Ubicaciones durante el 90% del Tiempo.

⇨ Sistemas Móviles de Voz Digitalizada (TETRA): sensibilidad de los equipos de radio, estaciones bases, móviles y portátiles.

⇨ Métodos Empíricos de Predicción de Propagación: método utilizado para estimar la atenuación de propagación.

⇨ Método de Hata-Okumura (1968-1980): método utilizado para calcular la pérdida básica de propagación.

⇨ Método de Predicción de Propagación por Ordenador: procedimiento de digitalización de mapas topográficos.

⇨ Mapas Topográficos Digitalizados: características de los mapas utilizados.

⇨ Método Utilizado- Por Ordenador: método utilizado, basado en los mapas digitalizados, para la obtención por ordenador de perfiles radioeléctricos y cálculo de las pérdidas de propagación.

⇨ Retroalcance: apartado que considera el alcance de un móvil/portátil en movimiento hacia una estación base.

- Estudio Radioeléctrico: en este capítulo se incluyen Los mapas que indican la cobertura que se va proporcionando al ir aumentando el número de estaciones bases hasta las 4 que finalmente se

ofertaron. También aparecen los radioenlaces de microondas que conforman la estructura de comunicación, los perfiles radioeléctricos que prueban la visibilidad de esos enlaces y las principales características de los mismos. Por último se indican los criterios empleados para los cálculos de cobertura, tanto para las estaciones base, las estaciones portátiles como los terminales móviles.

- Descripción de los Emplazamientos: en este capítulo se refieren las características de los distintos emplazamientos que forman parte de la red TETRA, características observadas en una vista que se realizó a dichos lugares.
- Cálculo de Capacidad del Sistema: estimación de la capacidad del sistema basada en las características del tráfico.
- Alcance: visión global de la solución final dada para el proyecto, indicando de nuevo los distintos enlaces de microondas que se proponen.
- Alcance de Material Propuesto: en este apartado se enumera todo el material ofertado para el suministro, puesta en marcha y funcionamiento del sistema, sitio por sitio, indicando la cantidad necesaria de cada modelo y su descripción técnica.
  - ⇨ Edificio Divisional: en este epígrafe se presta especial atención al centro de control SCN-T, al sistema de administración de red y al sistema despachador.
  - ⇨ Solidaridad.
  - ⇨ Repetidor Villa de Juárez.
  - ⇨ Ciénaga de Flores.
  - ⇨ SE Arco Vial.
  - ⇨ Repetidor Tampiquito.
  - ⇨ Portátiles: descripción del modelo de teléfonos móviles ofertados.
  - ⇨ Móviles: descripción del modelo de radios portátiles ofertadas.
  - ⇨ Estaciones fijas: descripción del modelo de radios fijas ofertadas.
  - ⇨ Consolas remotas.
- Alcance de Material Opcional: aquí se incluye el listado de partes de repuesto y suministros opcionales.
  - ⇨ Partes de Repuesto.
  - ⇨ Equipamiento para Medición y Pruebas.
  - ⇨ Interfaz con PABX.

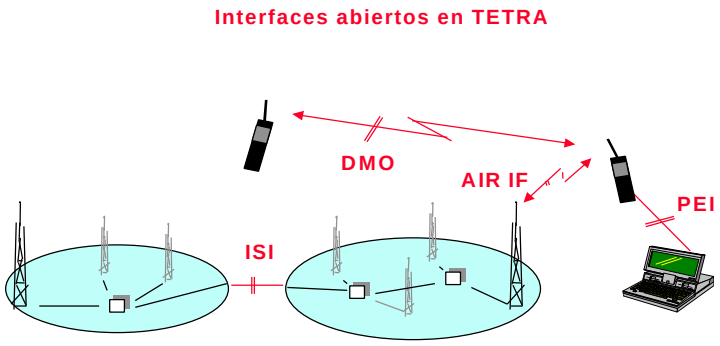
- ⇨ Interfaz con Sistema Convencional.
- ⇨ Infraestructura Requerida.

- Alcance de Servicios Propuestos: en este capítulo se recogen los distintas actividades que se realizarán a lo largo de la ejecución del proyecto.
- Capacidad de Crecimiento del Sistema: al ser un sistema modular, es posible ampliar el sistema de la manera aquí referida.
- Conclusiones.

2. Introducción

Se describe en esta sección la solución presentada por Sainco para el sistema de comunicación Trunking en la banda de 800 MHz según el estándar TETRA. La solución propuesta se basa en el Sistema TETRA de Marconi (Elettra), el cual cumple entre otras, con las normas TETRA V+D, ETS 300 392-X.

El Sistema Tetra de Marconi ofrece una solución trunking totalmente digital, además de ser una solución completa de red, que incluye la infraestructura de la red radio, los sistemas de despacho y de gestión y los terminales radio. El equipo cumple con las normas Tetra V+D, aprobadas por el organismo europeo de normalización ETSI. Tetra significa Terrestrial Trunked Radio (Radio Trunking Terrestre).



Las normas Tetra especifican un conjunto de interfaces abiertos, entre los cuales los dos más importantes son el interfaz aire entre los terminales radio móviles y la infraestructura, y el Interfaz de Equipo Periférico (PEI, Peripheral Equipment Interface) entre el terminal radio móvil y un terminal de datos. Los interfaces abiertos permiten que el usuario se beneficie del entorno multi-proveedor y de la competencia que existe entre los diferentes suministradores de equipos.

El Sistema Tetra de Marconi es un sistema trunking de radio, donde los canales se utilizan de una manera eficiente, pero que permite a cada una de las organizaciones establecer los criterios detallados de compartición de recursos más apropiados a sus necesidades particulares. Todos los recursos se pueden mantener en un fondo común, desde donde se asignan a los usuarios según sus prioridades.

El Sistema Elettra puede compartirse entre distintos grupos de usuarios con perfiles funcionales que pueden ser muy diferentes entre sí. Por ello se tiene en cuenta que los servicios y las prestaciones son particulares de cada organización o de cada parte de las mismas. Por lo tanto, varias divisiones u organizaciones, pueden funcionar en un solo sistema físico Tetra de Marconi, como si fuera el suyo propio. Esta característica ofrece una solución eficiente en costes en cuanto a las inversiones en la red y en operación y mantenimiento de la misma.

Los elementos de la red Elettra son modulares. Esto significa que la capacidad de cada uno de los elementos de la red puede modificarse fácilmente en función de las necesidades. En particular, la capacidad de canales y el número de estaciones de trabajo de despacho se pueden ajustar según se requiera. Debido a la alta capacidad y a la modularidad de los centros de control, es posible el crecimiento futuro de la red. Por estos motivos, no es necesario invertir anticipadamente una elevada cantidad para la construcción de la red.

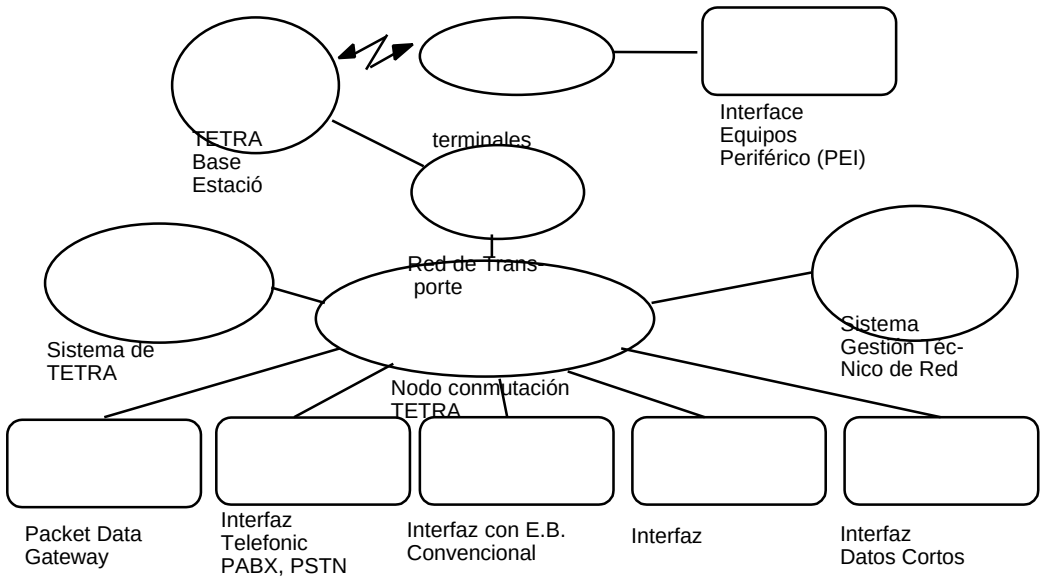


Figura 1: Elementos e interfaces del sistema.

El Sistema Elettra es totalmente digital con servicios de comunicación de voz y datos integrados. Debido a la naturaleza digital de Tetra, y a la codificación avanzada de voz de Tetra, la calidad global de la voz es excelente y no varía significativamente a lo largo de la red.

Se prevé que la importancia de la comunicación de datos aumente en el futuro. Por ello, el sistema incluye servicios avanzados de datos y una plataforma futura para la implementación de las mejoras técnicas que aparezcan y de las aplicaciones futuras.

La seguridad en conjunto del sistema se ha sometido a un análisis detallado. La seguridad de todos los componentes del sistema se puede proveer según las necesidades. La voz y la señalización pueden cifrarse en el canal aéreo, y por tanto, ofrecen total confidencialidad al usuario. Los algoritmos de cifrado que se aplican en la red son extremadamente sofisticados, siendo virtualmente imposible descifrar el código. Además, Tetra ofrece también la autenticación del usuario. El sistema puede utilizar identidades provisionales de llamada mientras dure ésta, lo que hace imposible para un intruso el seguir la pista de dicha llamada por ningún medio.

El Sistema Tetra de Marconi presta especial atención a la fiabilidad y a la calidad en su conjunto de los elementos de la red, con el fin de asegurar la máxima disponibilidad. Además, en lo referente a la topología general de la red, se han tomado medidas para asegurar también la máxima disponibilidad.

3. Conceptos Básicos sobre la Tecnología TETRA

La tecnología TETRA es un estándar de telecomunicaciones para sistemas de Radio Móvil Privado (PMR). Permite a los usuarios enfrentarse a la congestión de tráfico y a una creciente demanda de servicios de voz y datos, especialmente diseñados para las comunicaciones profesionales. Esta tecnología permite una mayor eficiencia en el espectro de frecuencias y además permite la coexistencia con los sistemas analógicos actuales.

La tecnología TETRA desarrollada por Marconi recibe el nombre de ELETTRA, que es un sistema de radio móvil digital troncalizado de la nueva generación de Redes Privadas, y que cumple con el estándar TETRA V+ D.

Las funciones y servicios principales que ofrece se enumeran a continuación:

- Datos/voz seguros.
- Localización automática de vehículos.
- Aplicaciones de ferrocarril.
- Información de transporte de caminos.
- Transferencia de archivos y acceso a base de datos.
- Facsímile.
- Imagen fija.
- Vídeo lento.
- Administración de flotilla.

Una de las funciones principales del sistema TETRA es establecer, mantener y aclarar las llamadas entre dos o un grupo de subscriptores del sistema. Los subscriptores generalmente se comunican vía estaciones móviles, pero algunos operan desde posiciones fijas de operación como cuartos de control, radios fijos, inclusive redes públicas, etc. La utilización de las posiciones fijas depende de la naturaleza de la organización del usuario. Además, cada llamada puede ser llamada de voz, llamada de datos o una combinación de ambas en una aplicación multimedia.

Un resumen de las principales características del sistema ELETTRA se resume en lo siguiente:

- Cumplimiento con el estándar Europeo TETTRA para sistemas digitales troncalizados, el cual ofrece tecnología probada por los principales fabricantes operando en campo.
- Suministro de avanzados servicios de red para usuarios, que incluyen voz, datos y vídeo tanto en un medio dúplex y dúplex completo. Permite transmitir voz y datos al mismo tiempo.
- Confidencialidad en las comunicaciones. Distintos niveles de encripción se encuentran disponibles para dicha función.
- Confiabilidad y disponibilidad, garantizadas por las topologías de red disponibles y por la disminución de redundancias a nivel de módulo.
- Operación fall back: en caso de falla dentro del sistema, los elementos de la red periféricos están disponibles para operar en modo local, proporcionando a los usuarios de radio un reducido conjunto de servicios, dependiendo del tipo de falla y de los recursos afectados.
- Habilidad para implementar redes en el ámbito regional con funciones de acceso para usuarios autorizados para acceder a las aplicaciones de nivel nacional.
- Incluye la facilidad de localización de radio.
- Las fotos y los datos de vídeo son transportados eficientemente gracias a las técnicas de codificación con tecnología de vanguardia, que reducen el tiempo de transmisión cuatro veces, cuando se compara con los sistemas analógicos o digitales convencionales.

El sistema ELETTRA en su principal modo de operación, es decir, el modo troncalizado, permite la conexión entre dos puntos cualquiera dentro de su área de cobertura. Para ello el sistema necesita rastrear las posiciones de los usuarios móviles para poder, de este modo, mantenerlos conectados. Engloba dos importantes funciones: Control de Llamada y Administración de la Movilidad.

Debido a la limitación en la potencia de transmisión de la radio móvil, el área de cobertura está subdividida en células. La comunicación de radio hacia y desde cada unidad móvil en una celda está controlada por medio de una Estación Base (BS), la cuál puede proporcionar cobertura hasta 3 células. La comunicación amplia del sistema requiere conmutación entre las diferentes células. Así pues, se dispone de las funciones de conmutación/ruteo, que están más localizadas que los grupos funcionales anteriores y se llevan a cabo principalmente por los Nodos de Conmutación y Control (SCN). Cada SCN puede controlar varias BS. La red ELETTRA está formada por la interconexión de SCN, cuyo número depende del tamaño del sistema.

En cuanto a los terminales que proporciona este sistema, se dispone de:

- Radio Vehicular.
- Terminales Fijas. Se dispone de Despachador de Línea, Estación Fija y Despachador de Radio
- Terminales Portátiles.

Los datos necesarios para realizar el control de llamadas, administración de movilidad y las distintas funciones generales de Administración de la Red están asociadas con bases de datos en SCN y NMS. El centro

El Centro de Identificación, encargado de los aspectos de seguridad de acceso del usuario del sistema opera conjuntamente con la base de datos .

Por último, todos los bloques de construcción de la red están conectados juntos, mediante las interfaces intra-sistema. Además, se requieren los Gateways para conectar el sistema ELETTRA a las redes externas tales como PABX/PSTN o ISDN u otros sistemas TETRA, mediante la ISI (Interfaz del Inter Sistema). Estos bloques funcionales han sido concebidos como un conjunto de bloques de construcción, los cuales adecuadamente integrados, pueden formar los elementos de la red. Tales elementos entonces, configurados especialmente pueden ponerse juntos para componer una red. A continuación se enumeran los distintos bloques que forman el sistema ELETTRA:

- Estación Base (BS)
- Nodo de Conmutación y Control (SCN)
- Despachador
- Sistema Administración de Red (NMS)

4. Elementos del Sistema TETRA

En el siguiente apartado se describen los bloques funcionales que forman parte de la red ELETTRA.

Un sistema genérico Tetra cuenta con un Centro de Control SCN y el número de estaciones base repetidoras TBS necesarias para proporcionar la cobertura y grado de servicios requeridos (excepcionalmente podría contar con más de un SCN en función del área geográfica a cubrir). La capacidad del SCN puede ser fácilmente ampliado posteriormente cuando el servicio lo requiera. Será posible conectar la red Tetra a la red pública de telefonía básica y/o a centralitas PABX mediante interfaces ubicados en el SCN.

El número de canales lógicos disponibles en una red TETRA depende del número de BSs que tenga el sistema y del número de portadoras que tenga cada BS instalado.

Una portadora Tetra consta de 4 intervalos de tiempo TDMA (canales). Uno de los intervalos de cada estación base se asigna permanentemente como canal de control. Los otros canales se usan para voz y para transmisión de datos por paquetes. La señalización de establecimiento de llamada se realiza a través del canal de control y el canal de tráfico es reservado durante el tiempo de transmisión.

En el Sistema Tetra Elettra las funciones y servicios operan de la misma forma, independientemente de que los abonados se encuentren en el área del mismo o distintos centros de control.

4.1 Centro de Control para TETRA. SCN-T Conmutando.

El SCN es el elemento principal del sistema. Provee capacidad de conmutación, administración de funcionalidad central TETRA (Control de Llamada, Administración de la Movilidad, Administración de la Base de Datos, etc.) y capacidad de interfaz (Estaciones Base, redes externas, despachadores, NMS, otros SCNs.).

El software de aplicación utiliza los servicios de comunicación proporcionados por la infraestructura del software, con el fin de comunicarse con las Estaciones Base, los SCNs, los despachadores, gateways, la Terminal Local y el NMS.

La arquitectura lógica del software del SCN se muestra en la figura 1.

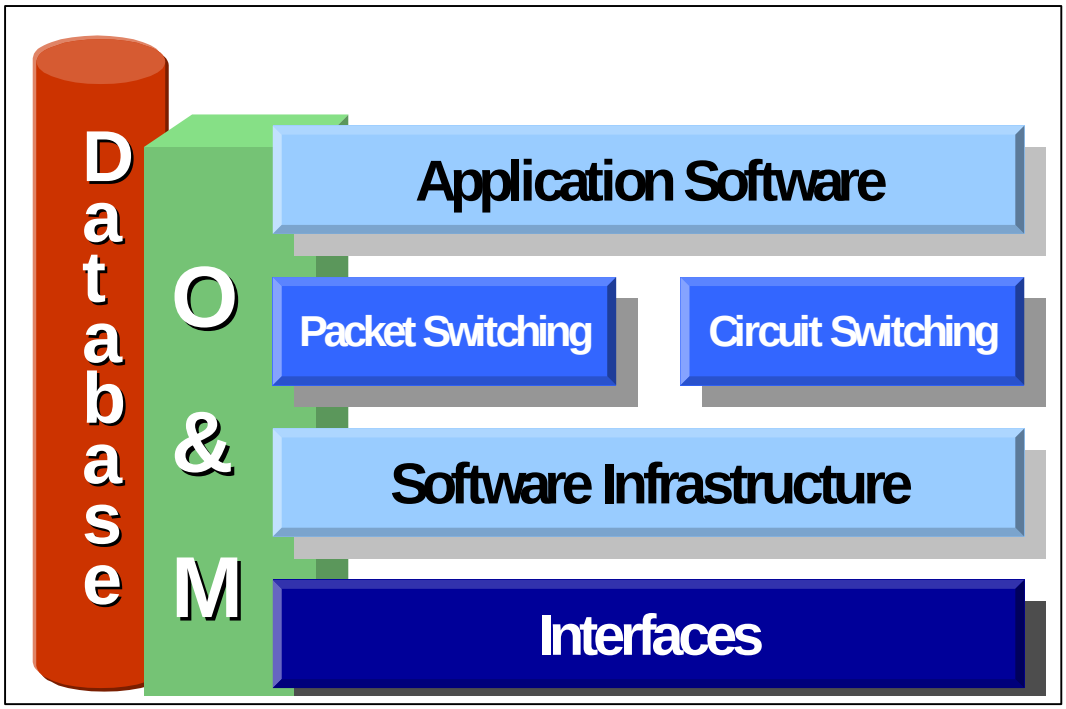


Figura 1. Arquitectura lógica del software del SCN

- Infraestructura del Software

  La "Infraestructura del Software" es una capa de software que actúa de interfaz entre las tareas de aplicación con el sistema operando el tiempo real. El destino de la infraestructura del software es permitir, en lo más posible, la implementación independiente de la plataforma de aplicación del software; esta provee las siguientes funciones importantes:

  - Inicio.
  - Comunicación Inter-proceso, tanto de tareas en el mismo SCN como tareas en diferentes SCNs. Este caso es necesario por ejemplo cuando una llamada es establecida entre los diferentes nodos. En este caso la infraestructura del software permite el Software de Aplicación para usarse en enchufes TCP/IP.

- Administración de la memoria, responsable de la localización de grupos de buffers con dimensión predefinida, respondiendo a los requerimientos de aplicaciones y definido en u archivo de configuración.
- Administración de ruteo del paquete, conviniendo con enrutamiento de paquetes de señalización hacia el elemento de red correcto, basado en los protocolos de ruteo estándar.
- Administración de los temporizadores.
- Administración de Tareas.
- Drivers del Hardware.

- O&M

  ⇨ La funcionalidad "O&M" está compuesta de un conjunto de procesos de software que habilitan las siguientes funciones:

- Administración de la configuración. Realiza las acciones requeridas por el NMS y le notifica de los eventos espontáneos, como los cambios. Las acciones complejas son dejadas para otros procesos.
- Administración de eventos y alarmas. Las alarmas del hardware y el software del SCN son detectadas, filtradas y notificadas al agente responsable de recolectar y filtrar las diferentes alarmas y llevarlas de frente hacia el Sistema Administrador de Red. Esto se refiere a todos los objetos administrados por el SCN (BS y TRx) y a todos los elementos que componen la SCN (por ejemplo ruteadores, hubs,.....)
- Administración de la carga y activación del software, manejando el proceso de carga realizado vía FTP. Es posible cargar el software desde el SCN hacia las BS controladas.
- Administración de la BS. Administra la configuración de la BS controlada, iniciada por un requerimiento entrante desde el Administrador de Configuración. Al final del proceso de la configuración, el Administrador de la BS informa al NMS acerca de los resultados de la configuración.
- El administrador de enlace LAPD, responsable de la creación, eliminación, manejo y recuperación de los canales LAPD.
- Administración de estado, administrando el estado del SCN y las BS controladas. Este es el único proceso O&M que interactúa con el Software de Aplicación (a través del Administrador de Recursos).

- Administrador de respaldo, administrando el respaldo de la base de datos en el disco local y en el de la MPU redundante (ver SCN-T) o Host EXS.
- Administrador de ruteo que maneja la tabla de ruteo, actualizándola cuando algo en la disponibilidad de conexión cambia.

- Conmutación del Circuito

  La capa de "Conmutación de Circuito" es la función central del SCN, la cual provee capacidad de conmutación de canales de tráfico de 8 Kbit/s portando voz codificada TETRA, en una forma rápida de cumplir con el requerimiento de un rápido establecimiento de llamada, para llamadas punto a punto y punto a multipunto. El SCN-T puede administrar diferentes números de conexiones.

  Además, la unidad TSU (ambas la TSU-200 y TSU-2000), maneja no solo las conexiones de conmutación (recursos programados sobre la base de llamadas), sino también las conexiones semipermanentes (recursos programados sobre la base de configuración). En particular la TSU-2000 puede trabajar como conector cross a 8 Kbit/s, 64 Kbit/s y 2 Mbit/s.

- Interfaz

  La capa de la "Interfaz" es una capa de hardware puro para las terminaciones físicas. Las descripciones separadas se proveen en los siguientes párrafos para el SCN-T:

  Como una herramienta muy útil, es importante mencionar finalmente la Terminal Local SCN que provee esencialmente la administración de la configuración y la capacidad de detección de falla. Provee un subconjunto de la funcionalidad NMS (no tiene visibilidad de la red) y puede correr sobre cualquier computadora corriendo el sistema operativo Windows NT, incluyendo PC portátiles conectadas a la LAN interna del SCN.

  Este es el soporte de mantenimiento que puede ser usado durante el desarrollo, prueba, instalación y fase en campo. Si se instala directamente en sitios donde están colocados los SCN, la Terminal Local es muy útil para las actividades de asistencia y solución de problemas (provee un display de información de diagnóstico de los elementos administrados).

  En concreto y para redes metropolitanas locales, el SCN-T Conmutando es ideal. Se compone de los siguientes elementos:

  - Unidad de distribución de poder.

- Unidad de Conmutación y procesamiento.
- Unidad de interfaz.
- LAN interno (Opcional, dependiendo de la configuración de la red).
- Almacenamiento del disco (Opcional, dependiendo de los requerimientos de alta disponibilidad).

Dependiendo de los requerimientos de adaptabilidad, se dispone de dos configuraciones básicas:

1. SCN-T no-redundante
2. SCN-T redundante

La configuración redundante provee duplicidades de todas las partes críticas. También se dispone de configuraciones mixtas (parcialmente redundantes).

El sistema SCN-T está diseñado para direccionar las necesidades de los sistemas de nodo-sencillo. Sin embargo, puede ser usado para desarrollar redes administrando cantidades limitadas de BS y Estaciones de Despacho.

La configuración básica del SCN-T se compone de:

- SCN-T no-redundante

  1 Unidad de distribución de potencia

  1 TSU-200

  1 TIU-10

  LAN interna compuesta por un switch1 LAN simple

- SCN-T redundante

  1 Unidad de distribución de potencia

  1 TSU-200 redundante

  2 TIU-10

  LAN interna compuesta por un par de switches LAN

  Almacenaje del disco en configuración RAID

Cuando se usa para desarrollar redes, el SCN-T deberá adicionalmente incluir ruteadores; en ambas configuraciones redundantes y no redundantes (respectivamente empleando uno o dos ruteadores) que se encuentran disponibles para este elemento.

El SCN-T está almacenado en un gabinete industrial simple estándar con peso interno de 32 U en el caso de SCN-T no redundante y 42 U en el caso de SCN-T redundante.

La estructura mecánica del gabinete es estándar, de acuerdo a DIN 41494-1 (HE=44.45mm es la altura de la unidad y TE=5.08 mm es el ancho de la unidad).

Los tamaños externos de la versión externa no redundante son: 1620 mm (alto), 600 mm (ancho) y 600 mm (largo).

En la configuración SCN-T, la disipación de calor es proporcionada en la parte superior del gabinete. Un subrack para el ventilador está almacenado abajo de la TSU-200

Normalmente la cubierta trasera del gabinete es una puerta estándar, pero opcionalmente puede estar equipada con un panel de sistema de acondicionamiento de aire.

Todas las interfaces I/O son recolectadas en un panel de interconexión externo en el lado trasero del gabinete. Este panel es normalmente montado en pared y es dependiente de instalación.

Un área de cuando menos 600 mm deberá proporcionarse en la parte trasera del gabinete para permitir al usuario abrir la puerta trasera y accesar el cableado.

El gabinete SCN-T puede ser actualizado opcionalmente para cumplir con EN 60529 grado IP52.

4.1.1 TSU-200

La TSU-200 es la unidad principal de conmutación y procesamiento del sistema SCN-T.

El sub-rack del TSU-200 aloja los siguientes tipos de unidades:

- Tarjeta MPU-200 (Unidad Multiprocesadora): ésta es la tarjeta principal donde se implementan el procesamiento y la funcionalidad de conmutación.
- Tarjeta PSU (Unidad de la fuente de Poder)

- Tarjeta EIU (Unidad de Interfaz Externa). Dos versiones de esta tarjeta están disponibles, dependiendo del modulo piggy-back almacenado: unidad de interfaz 2M (EIU/2M) y unidad de interfaz de 64K (EIU/64K)
- Tarjeta LTR/2M (Transformador de Línea de 2 Mbit/s, maneja interfaces de 75 ohm no balanceada y 120 ohm balanceada)
- Tarjeta LTR/64K (Transformador de Línea de 64 Kbit/s, maneja interfaces de 120 ohm balanceada)
- Tarjeta UART-232 (interfaz de comunicación asíncrona serial), para prueba, debugging y propósitos de mantenimiento.
- ADU (Unidad del Display de Alarma)
- Plano Trasero

El diagrama de bloques del TSU-200 se muestran en la figura 2.

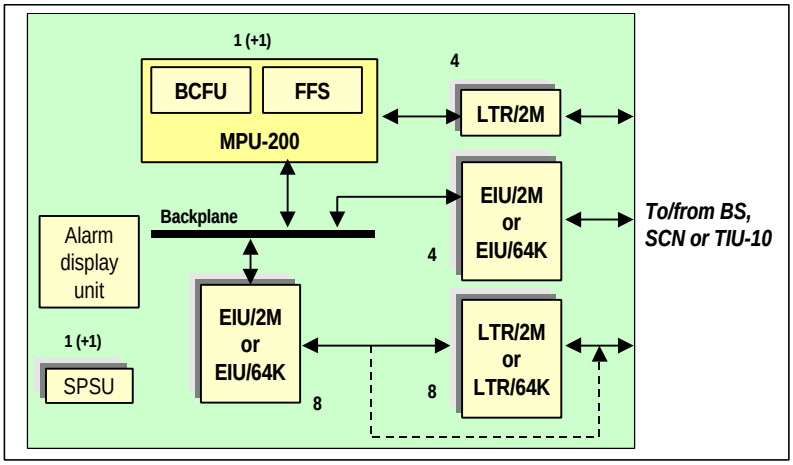


Figura 2. Diagrama de Bloques de TSU-200

Para tener interfaces E1 (2 Mbit/s a nivel G.703) se necesitan las "tarjetas I/O" que realizan la conversión de nivel eléctrico a G.703 y las "tarjetas de línea" que realizan la trama de E1 y el manejo de canales de señalización. Esto se logra de dos maneras:

- Usando cuatro interfaces E1colocadas directamente en la MPU.

- Usando un conjunto de pares EIU – LTR/2M.

La flecha punteada en la figura 2 indica la posibilidad opcional de colocar LTR/2M (o LTR/64K) trabajando junto con el EIU/2M (o EIU/64k), con el fin de duplicar la capacidad de interfaz de los 8 EIU involucrados.

4.2 Estación Base TETRA (BS)

En la tecnología Tetra una portadora significa un par de frecuencias (transmisión/ recepción). En su estructura de trama, cada portadora contiene cuatro canales. Uno de los canales por cada estación base se utiliza siempre como el canal de control Tetra, y el resto se utilizan como canales de tráfico.

El Interfaz Aire entre la estación base y el terminal radio se implementa según las normas Tetra. Esto permite el uso dentro del sistema de terminales de radio ofrecidos por diferentes suministradores. A fin de minimizar el tiempo de establecimiento de la llamada y el retraso en la transmisión de la voz, la codificación de voz y la señalización definidas por la norma Tetra se utilizan también entre el centro de control y la estación base.

La BS TETRA opera en varias bandas del espectro de frecuencias. La siguiente tabla 1 especifica la banda de frecuencias, y el fraccionamiento entre las subbandas del transmisor (enlace de bajada) y el receptor (enlace de subida), para cada serie de BS.

Modelo de BS	Banda de frecuencias	Banda de Recepción	Banda de Transmisión
BS - 400	380 ÷ 400 MHz	380 ÷ 390 MHz	390 ÷ 400 MHz
BS - 430	410 ÷ 430 MHz	410 ÷ 420 MHz	420 ÷ 430 MHz
BS - 470	450 ÷ 470 MHz	450 ÷ 460 MHz	460 ÷ 470 MHz
BS - 870	806 ÷ 870 MHz	806 ÷ 825 MHz	851 ÷ 870 MHz
BS – 921[1]	870 ÷ 921 MHz	870 ÷ 876 MHz	915 ÷ 921 MHz

[1] Disponible en otras bandas

Tabla 1: Bandas de frecuencias de la BS

El protocolo de la interfaz aérea de la BS cumple con el estándar TETRA ETS 300 392-2.

Funcionalidad durante condiciones normales

- Protocolo TETRA de la interfaz a aérea hasta la Capa 2 (hasta la capa 3 en Fall-Back).
- Administración de algoritmos de seguridad.
- Administración del enlace con el SCN y de transreceptores múltiples (hasta 8 carriers).
- Operación en Half Dúplex y Full Dúplex.
- Administración hasta de 3 células independientes con diferentes carriers de RF asociados (hasta un número total de 8 carriers).

Capacidad de 2 maneras de Recepción Diversa.

Administración de falla relevante al enlace de la SCN y/o fallas de módulos internos.

Estado del monitoreo de módulos internos y tarjetas de interfaz (se reportan posibles fallas localmente y al Sistema de Administración de la Red).

Operaciones de mantenimiento y de la configuración pueden llevarse a cabo localmente y en forma remota.

Permite la administración de caídas para soportar los servicios principales incluso en caso de falla del enlace de la SCN.

Capacidad a "tolerancia a fallas" de la BS

Arquitectura modular.

Redundancia de módulos mayores.

Capacidad de auto configuración en caso de fallas. En particular la falla de un radio transreceptor no tendrá impacto en los otros.

Capacidad de trabajar en modo stand alone, sin el enlace con la SCN (modo llamado Fall Back). Este modo de operación es activado automáticamente por la BS cuando una interrupción en el enlace del SCN es

experimentada o en caso de una falla mayor en el SCN, para permitir la operación dentro del área de cobertura.

Administración desde el sitio del controlador de la re-asignación de ruta del tráfico hacia las fases alternas en caso de falla de un enlace.

Capacidad de trabajar también sin el suministro de poder (220 VAC). En cada sitio una UPS externa (Fuente de poder ininterrumpible) está disponible, la cual es equipada con un paquete de baterías clasificado según el tamaño de la configuración base de la BS particular (número de carriers). Durante condiciones normales, la UPS conectada al suministro de poder de CA alimentará la BS (-48 VCD) y cargará el paquete de baterías para que en caso de falla de suministro de poder principal, las baterías le permitan el suministro apropiado a la BS.

- Falla de un Transceptor

  En caso de falla de un transceptor del radio, la BS puede continuar trabajando con el otro transceptor (por lo menos dos transceptores del radio por cada célula son aconsejables, sólo por esta razón), obviamente con una capacidad de tráfico reducida. Cada transceptor tiene su propio módulo de suministro de poder y no hay dependencia, por consiguiente, entre los transceptores del radio.

  En caso de una falla del transceptor del radio programado para proporcionar la célula con el canal de control principal, la BS puede continuar trabajando sustituyendo el transceptor del radio fallando, simplemente con otro trabajando en canales de tráfico. Para que también en este caso, el servicio dentro de la célula se mantenga, obviamente con una capacidad de tráfico reducida.

- Operación "Fall Back"

  La BS automáticamente conmuta a modo "Fall Back" en caso de una falla en el enlace (en ambos canales si hay redundancia) interconectando la BS con el SCN o en caso de una falla mayor del SCN (las topologías particulares de la red permiten redundancia de la red entre SCNs; en este caso ambos SCNs deben fallar para activar el modo Fall Back).

  En este modo de operación la BS proporciona a los usuarios, sólo dentro del área de cobertura, con la funcionalidad siguiente:

  - Llamada individual half y full dúplex para transferir voz y datos.

- Llamada de grupo half dúplex para transferir voz y datos.
- Llamadas de emergencia.
- Servicio de mensajes de datos corto.
- Comunicaciones de canal abierto.

La BS en fall back implementa el protocolo TETRA de la interfaz aérea hasta nivel 3 y maneja todas las bases de datos de usuarios relevantes. Es más, siempre estarán disponibles las siguientes características:

– Monitoreo de los estados de los módulos internos y alarma automática en caso de fallas.

– Reconfiguración automática en caso de falla de un transreceptor.

– Posibilidad de pruebas de diagnóstico activas, usando herramientas especiales, para la localización de anomalías potenciales dentro del equipo.

- Terminal Local de la BS

Un subconjunto apropiado de administración de la configuración, carga el software y actividades de detección de fallas pueden ser llevadas a cabo localmente por medio de la Terminal Local de la BS que puede conectarse directamente al Controlador del Sitio para soportar instalación y asistencia en sitio.

Para ver la composición de la BS, se puede observar el diagrama de bloques para el caso de la BS-400.

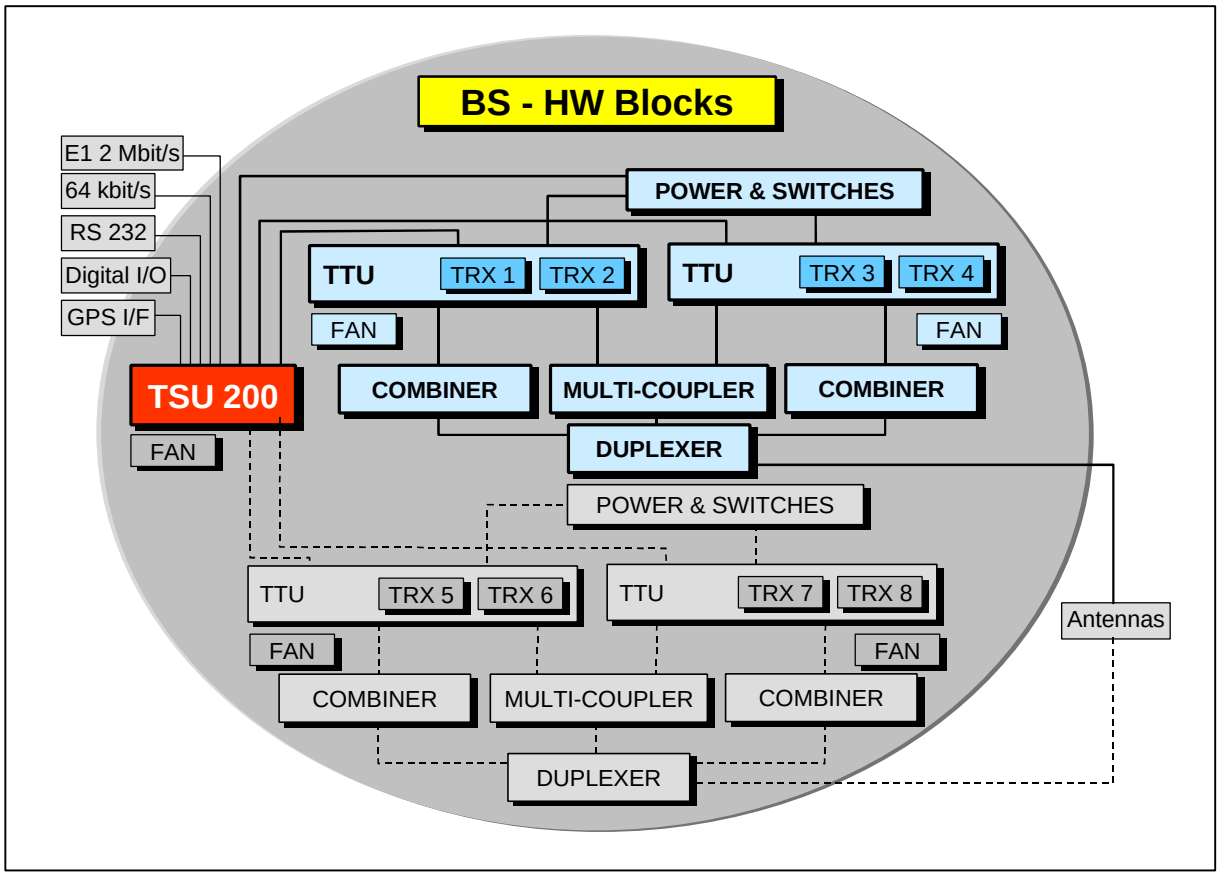


Figura 3. Diagramas de Bloques de la BS-400

La TSU-200 es la unidad que implementa la funcionalidad controladora del sitio y está alojada en el gabinete principal.

En la siguiente tabla se describe la composición mecánica de la BS

Unidades Sub-rack	Gabinete 1 (4 carriers)	Gabinete 2 Adicional (4 carriers)
Contenedor principal de la fuente de poder (ON/OFF)	1	1

Sub-rack de la TSU-200	1	---
Sub-rack TTU series 400, 430, 470, 870 o sub-rack 921	2	2
Contenedor Duplexor	1	1
Contenedor combinador	2	2
Multiacoplador	1	1
Contenedor del ventilador	4	3

4.3 Sistema Administrador de RED (NMS)

El Sistema Administrador de Red ELETTRA gestiona la configuración de la red radio, el servicio y el mantenimiento y se basa en las siguientes áreas principales de la administración de red:

- Falla.
- Configuración.
- Rendimiento.
- Aplicación.
- Subscriptor.
- Seguridad.

Estas áreas aplican a todos los recursos del sistema, los cuales pueden ser de naturaleza física o lógica. Entre los recursos físicos es posible mencionar los transceptores de radio, los switches, las interfaces eléctricas y demás, mientras que entre los recursos lógicos, es posible incluir las base de datos de los subscriptores, los registros del lugar, el software de procesamiento de llamadas, etc.

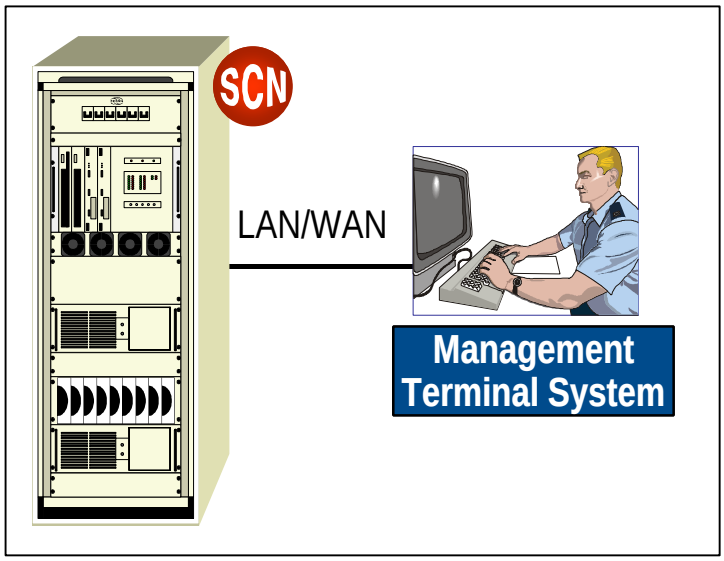
El sistema Administrador de Red posee visibilidad completa del sistema y es el punto normal de control.

La funcionalidad del NMS está subdividida en un número de entidades de administración. La administración está basada en el paradigma agente-administrador.

El NMS está abierto con Interfaces Externas. Los datos de administración son accesibles desde aplicaciones externas (por ejemplo, boleteo de fallas, facturación), proporcionando eventos, resumen de llamadas, datos de contabilidad, datos de rendimiento y datos del subscriptor, por medio de las Interfaces del Programa de Aplicación (API).

El MTS está diseñado para correr sobre un rango de estaciones de trabajo estándar industrial, usando Microsoft NT como sistema operativo.

La funcionalidad de administración de red se provee al operador de sistema mediante una ventana de interfaz jerárquica conocida como Interfaz de Usuario Gráfica (GUI); el estilo de presentación de la GUI es similar a Windows / estándar Motif. Una vista topológica de la red TETRA controlada, mostrando los diversos componentes y enlaces del sistema, es desplegada sobre la pantalla del MTS.



4.4 Sistema de Despacho Tetra

La Estación Despachadora o estación de Despacho (DS), es la parte fija de la red móvil que permite a uno o más operadores controlar las operaciones de usuarios móviles.

La Estación de Despacho o simplemente Despachador, es el elemento de red desde el cual el operador de red realiza los servicios de despacho. Las DS son usualmente terminales fijas que se encuentran conectadas con cable a la red, pero pueden usarse como tipo conectado a radio (proporcionando un reducido conjunto de características).

La DS está conectada a la infraestructura TETRA a nivel SCN vía un enlace físico dedicado. Este enlace porta todo el tráfico, la señalización e información de Operación y Mantenimiento intercambiada por la DS con la red.

Diferentes tipos de soluciones DS están disponibles, de acuerdo al número de operadores, la tarea que se supone deben realiza y la conexión de la DS al resto de la red.

La plataforma hardware Intel y la plataforma del Sistema operativo Windows NT son características comunes a las soluciones DS. Esto permite mejorar fácilmente la funcionalidad DS por medio de las tarjetas de Telefonía de Computadora estándar y paquetes de software.

El Despachador conectado consiste de un conjunto de elementos con el fin de adecuar los requerimientos del cliente:

• PC estándar de escritorio, incluyendo :

- Procesador.

- Monitor "Touch-screen".

- teclado.

- mouse.

• Equipo de audio y operador, incluyendo tarjeta de audio, consola de audio, altavoz, switch de pedal para PTT.

• Equipo para conexión a la red dependiendo principalmente de la red en la interfaz física (E1, ISDN-BRI, 64Kbit/s codir, …)

• Equipo de conversión de codificación.

4.5 Radios de Microondas Nokia

La versátil familia de radioenlaces de microondas de Nokia (7, 13, 15, 18, 23, 26 o 38 GHz) puede utilizarse para enlazar las TBS. Las radios de microondas Nokia proporcionan un eficiente medio de transmisión PDH de pequeña capacidad para la transmisión de las BS.

Básicamente los radioenlaces consisten en dos unidades: la unidad exterior con antena integrada y una amplia gama de unidades interiores. Dos cables coaxiales conectan la unidad interior a la exterior.

La amplia variedad de unidades interiores disponibles ofrece múltiples opciones de instalación: en bastidores slim, de 19" o en armarios de otros equipos.

5. Características de Sistema Elettra

5.1 Movilidad

El sistema ELETTRA soporta la itinerancia de las unidades radio a todo lo largo del área de la red propuesta.

Cuando se registra en el sistema, un usuario entrega al sistema su número de abonado y su situación. El sistema autentifica al terminal radio que lo solicita. Cuando es necesario, en este proceso se transmiten claves cifradas.

El abonado puede moverse y registrarse en cualquier celda de toda la red donde esté definida su identidad de usuario. El sistema debe conocer la situación del abonado para poder encaminarle las llamadas y mensajes a él dirigidos, e informarle sobre las llamadas en grupo actualmente en curso. La ubicación del terminal radio puede visualizarse en los despachos.

La información de posición de los abonados de la red está almacenada en la base de datos del centro de control local. Para asegurar una mayor seguridad y accesibilidad de todos los usuarios potenciales del sistema, así como para conseguir el tiempo más rápido de acceso posible, las bases de datos de localización están distribuidas entre todos los centros de control existentes en una red.

Registro sin Llamada(Roaming)

Cuando un usuario no está ocupado en una llamada, el terminal solicitará registro en los siguientes casos:

- Cuando el usuario enciende el terminal, o pulsa el botón de reset.
- Cuando el usuario se mueve al área de una nueva celda.
- Cuando el sistema solicita el registro al terminal. Esto sucede cuando el terminal utiliza incorrectamente los algoritmos de encriptación, o los algoritmos de encriptación han sido modificados.

Un terminal borra su registro de la red cuando se apaga. En base a esta información, el operador de despacho puede estar informado si el terminal está en la red.

Una unidad radio realiza medidas de potencia de la señal recibida durante la selección de celda inicial y la reselección de celda, tanto en la celda actualmente en servicio como en algunas celdas vecinas seleccionadas. Utilizando la potencia de la señal medida y otros parámetros, la unidad radio calcula una

aproximación de las pérdidas en el camino radio. Este parámetro de pérdidas en el camino radio tiene un importante papel a la hora de decidir qué celda se escoge.

5.2 Modo Trunking

La Red Tetra de Marconi es un sistema trunking de radio, en el que el sistema de conmutación basado en ordenador asigna eficientemente los canales libres de un fondo común a los usuarios cuando son necesarios.

5.3 Modo Directo

El Modo Directo (DMO) es un modo de trabajo normal de los terminales radio Tetra propuestos. La comunicación tiene lugar directamente entre unidades radio sin ningún apoyo del sistema. Para este modo de funcionamiento se usan canales predefinidos de modo directo.

Dichos canales son canales de frecuencia símplex y están programados con antelación dentro de las unidades radio. El DMO soporta tanto llamadas en grupo como individuales.

El uso del DMO es útil en algunas circunstancias:

Cuando se está fuera del área de cobertura del sistema.

- Aislado del área de modo trunking (por ejemplo en túneles).
- Los usuarios prefieren estar aislados del sistema, aunque siga estando dentro de la cobertura radio del sistema.
- Durante una indisponibilidad temporal, debido por ejemplo a un fallo de una estación base.

6. Servicios del Sistema ELETTRA

El sistema trabaja con la estrategia de localización de Troncalización de Mensaje, donde está continuamente localizado el mismo canal de tráfico durante la duración de una llamada (si es una llamada half dúplex puede incluir algunas transacciones de llamada separadas, por ejemplo una activación preseleccionada por terminales separadas). En estos sistemas, los canales de tráfico se localizan en todo el tiempo de vida de la llamada:

- Cuando es explícitamente aclarado por el dueño de la llamada
- Cuando el tiempo de inactividad termina en caso de una llamada de grupo.
- Cuando cualquiera de las partes cuelga durante una llamada individual
- Cuando expira el temporizador de la duración de la llamada durante cualquier clase de llamada.

Las llamadas también pueden terminar debido a un predesalojo o porque el enlace del radio o el de la red fallan.

Los canales asignados pueden también ser liberados durante una llamada de grupo, cuando la actividad de verificación de presencia detecta que ya no hay usuarios involucrados en esa llamada, bajo cierta célula. (por ejemplo, los usuarios apagan sus terminales o se mueven lejos del área de cobertura del radio). El modo de operación de control es Modo Normal donde la BS soporta el servicio TETRA con rendimiento completo. El canal de control principal sobre la ranura de tiempo 1 del carrier principal, soporta el canal de control común: todos los móviles pueden escuchar la transmisión del enlace de bajada del MCCH. Durante el modo normal, la BS deberá transmitir sobre todas las tramas de enlace de bajada del carrier principal.

El modo continuo es adoptado, es decir, la BS transmite continuamente sobre el carrier principal, y utiliza siempre los inicios del enlace de bajada.

Con el fin de mejorar el uso de los recursos del radio, el sistema adopta una estrategia de Completo Establecimiento de Llamada Fuera de Aire, de acuerdo a donde se colocó el canal enviado a los móviles en el último mensaje del proceso de establecimiento de la llamada. El sistema utiliza para la señalización tanto el enlace Básico como el Avanzado:

- El enlace Básico es un enlace lógico entre la BS y cada MS, siempre disponible cuando la BS está encendida.

- El Enlace Básico ofrece una calidad de servicio predefinida, lo cual minimiza el extralimite del Control de Enlace Lógico sobre la interfaz aérea.

Dependiendo del servicio requerido, la red decide en que momento activar un enlace básico o uno avanzado.

6.1 Llamada individual.

Una llamada individual de voz es una conexión punto a punto entre dos equipos terminales tales como: Estación Móvil, Despachadores o gateways y PABSX/PSTN. Dependiendo de la capacidad de la Estación Móvil la llamada individual puede ser half dúplex o full dúplex. Cualquier competencia PTT de dos partes es arbitrada desde el sistema.

El establecimiento de llamada individual puede utilizar señalización "colgar/descolgar" o "Señalización de establecimiento directo".

Cuando se usa la señalización colgar/descolgar, el subscriptor llamado es alertado: en este caso el procedimiento de establecimiento de llamada es suspendido hasta que el subscriptor descuelgue.

Cuando se usa la señalización de establecimiento directo, el subscriptor llamado no es alertado; la respuesta de los móviles llamados es enviada automáticamente por el software y no indica que el usuario llamado ha contestado.

Dependiendo de los lugares de los MSs, un diferente número de recursos puede engranarse para servir una llamada

Una llamada full dúplex con MSs en la misma célula, requiere 2 TCHs (un canal para cada MS);

- Una llamada half dúplex o full dúplex con MSs en diferentes células, requiere 2 TCHs (1 TCH en cada célula).
- Una llamada half dúplex con MSs en la misma célula, requiere 1 TCH en la célula usada el MS llamando y el MS llamado.

6.2 Llamada de Grupo.

Una llamada de grupo es una llamada de voz entre algunos usuarios. Esta se realiza haciendo una llamada desde un usuario individual hacia un grupo. En la red TETRA, los Despachadores y los Subscriptores de Red Externa pueden estar agrupados. Para cada grupo de móviles se asigna un identificador de subscriptor TETRA.

Al recibir un requerimiento de llamada de grupo la red realiza las siguientes funciones:

- Recupera todas las áreas de localización (incluidas en el área de grupo que está operando), donde los MS pertenecientes al grupo, están registrados.
- Localiza cuando menos un canal de tráfico
- Transmite mensajes D_SETUP con información al canal reservado para la llamada.

Los usuarios llamados deben sincronizarse al nuevo canal y entrar a la llamada. Utilizando la indicación de presencia, el sistema es capaz de liberar recursos localizados en células donde los móviles unidos al grupo no están presentes (por otro lado, la "entrada tardía" permite extender los recursos asignados hacia las células involucradas, donde los miembros del grupo llegan al servicio, después de establecer la llamada).

En llamadas de grupo sólo es aplicable la señalización de establecimiento directo: los subscriptores llamados no son alertados.

En caso de que un móvil que llama no pertenezca al grupo llamado, se define una dirección de grupo temporal, solo para la duración de la llamada.

Se soportan dos tipos de llamada de grupo:

- Llamadas de grupo desconocidos es una llamada de grupo en la cual no se requiere información de la presencia de los móviles pertenecientes al grupo. La red no sabe cuántos o cuáles móviles están efectivamente involucrados en la llamada.
- Llamada de Grupo de Transmisión es una llamada de grupo, donde sólo el móvil que llama tiene permiso de transmitir toda la duración de la llamada. Ningún otro móvil puede pedir permiso para transmitir.

Cuando la llamada de grupo se extiende a más SCN, también se realiza localización troncal.

Cuando se hace un requerimiento de llamada de grupo hacia una llamada ya establecida de grupo, el sistema unirá a la parte que llama con la existente llamada de grupo.

6.3 Servicios de Datos de Circuito

- Datos punto a punto y punto a multipunto half dúplex y punto a punto full dúplex sobre un canal de tráfico usando una ranura simple con servicios de codificación de canal TETRA de 4.8 kbit/s (baja protección) y 2.4 kbit/s (alta protección).
- Conexión de datos punto a punto y punto a multipunto half dúplex y punto a punto full dúplex sobre un canal de tráfico usando una ranura simple sin codificación de canal TETRA. Un canal desprotegido de 7.2 kbit/s es por lo tanto asignado para los usuarios.
- Datos punto a punto y punto a multipunto half dúplex sobre un canal de tráfico usando hasta 4 ranuras con codificación de canal TETRA. La velocidad de bits máxima disponible es 19.2 Kbit/s (baja protección) o 9.6 Kbit/s (alta protección).
- Conexión de datos punto a punto y punto a multipunto sobre un canal de tráfico usando 4 ranuras sin codificación de canal TETRA. La velocidad bit máxima disponible es 28.8 Kbit/s y la transmisión es sin protección. La conexión es half dúplex.
- Conexión de datos punto a punto sobre un canal de tráfico usando hasta 2 ranuras con o sin codificación de canal TETRA. La velocidad bit máxima es 14.4 Kbit/s (desprotegida), 9.6 Kbit/s (baja protección) o 4.8 Kbit/s (alta protección). La conexión es full dúplex.

Las conexiones de datos punto a multipunto también incluyen transmisión de llamadas de datos.

6.4 Servicios de Datos Cortos

Los mensajes de estado son mensajes predefinidos conocidos por los usuarios y por la red. El usuario selecciona un mensaje predefinido y lo envía al usuario elegido o grupo de usuarios.

El usuario define qué mensajes de datos pueden ser enviados desde un usuario hacia otro usuario o grupo de usuarios. La red rutea estos mensajes hacia el correcto usuario o grupo de usuarios elegido. El usuario puede ser una MS o un Despachador.

Los mensajes de datos cortos (predefinido y definido por usuario), pueden ser enviados por y/o hacia los usuarios involucrados en llamadas de datos voz/circuito individuales o de grupo. En este caso, los canales de radio donde los datos cortos son enviados/recibidos son los mismos canales de radio usados para las llamadas existentes.

6.5 Servicios de Paquetes de Datos

La red TETRA proporciona un eficiente servicio de comunicaciones de Datos en Paquetes basado en los protocolos estándar, permitiendo soportar e integrar diferentes aplicaciones para INTERNET y TELEFONIA DE COMPUTACION disponible en el mercado actual.

Este servicio es una alternativa para la transmisión de datos de circuito y no posee otra ventaja sino permitir una perfecta integración de computadoras portátiles conectadas a las terminales TETRA a los bancos de servidores y datos, para optimizar el uso de los canales de tráfico, compartiendo aquellos canales con algunos usuarios.

Las comunicaciones de circuito actuales incluyen un canal para la duración total de una sesión, mientras la transmisión del paquete de datos, que establece conexiones lógicas, permite a más usuarios compartir el mismo canal físico.

El tráfico de paquete de datos es llevado y manejado por el canal de control en la estación base y llevado hacia adelante, dependiendo de la dirección, hacia el móvil TETRA o el nodo de conmutación y control.

El Servicio de Paquete de Datos es soportado por los móviles y la red TETRA está basada en la estandarización hecha por ETSI del transporte de los paquetes IP (Protocolo de Internet) sobre la interfaz aérea TETRA, usando una técnica equivalente a la empleada para la transportación de datos de audio y circuito. Esta funcionalidad permite por lo tanto a cualquier subscriptor TETRA, cuya terminal de radio está conectada, vía la interfaz PEI a una computadora personal, accesar los servidores o bases de datos.

La implementación de paquete de datos IP dentro del sistema TETRA, permite a los usuarios autorizados accesar el Internet y/o una Intranet privada de acuerdo a la demanda. Además, la permanencia de conexiones largas o permanentes al Internet/Intranet, permite a los Despachadores enviar grandes cantidades de datos sobre demanda hacia otros móviles individuales, usando protocolos Internet. Los siguientes usuarios de paquete de datos dentro del sistema ELETTRA, son soportados:

- Usuarios móviles:

- Los usuarios móviles caen en dos grupos distintos:

- Aquellos que requieren acceso a Internet/Intranet sobre la base solicitada.

- Aquellos que requieren conexión de largo termino a Internet/Intranet .

- Despachadores
- Otros

Los usuarios de Internet localizados fuera del dominio ELETTRA pueden comunicarse con cualquier nodo dentro del dominio ELETTRA mediante el uso de los protocolos soportados por Internet. De esta manera, es posible para los móviles y despachadores usar el Internet como cualquier otro usuario de Internet. Los móviles y despachadores pueden enviar y recibir e-mail, páginas web, etc.

6.6 Opciones Avanzadas

El sistema provee las siguientes avanzadas características:

- Compresión de Datos.
- Compresión del Protocolo (Van Jacobson).
- Localización dinámica de la dirección IP.
- Roaming entre las SCNs.
- La actualización del DNS permitirá que se asocien nombres a los móviles con asignación dinámica de dirección IP.

6.7 Servicios suplementarios

- Llamada con Prioridad.
- Llamada con Prioridad Pre-desalojada.
- Identificación de la Parte Hablando.
- Entrada Tardía.
- Asignación Dinámica del Número de Grupo.

7. Despachador

La Estación Despachadora o estación de Despacho o estación Despachando (DS), es la parte fija de la red móvil que permite a uno o más operadores controlar las operaciones de usuarios móviles.

La Estación de Despacho o simplemente Despachador, es el elemento de red desde el cual el operador de red realiza los servicios de despacho. Las DS son usualmente terminales fijas que se encuentran conectadas con cable a la red, pero pueden usarse como tipo conectado a radio (proporcionando un reducido conjunto de características).

La DS está conectada a la infraestructura TETRA a nivel SCN vía un enlace físico dedicado. Este enlace porta todo el tráfico, la señalización e información de Operación y Mantenimiento intercambiada por la DS con la red.

Diferentes tipos de soluciones DS están disponibles, de acuerdo al número de operadores, la tarea que se supone deben realiza y la conexión de la DS al resto de la red.

Un tipo particular de DS es el Despachador de Radio (RDS) para el cual algunas de las declaraciones anteriores (relacionadas con posiciones fijas y conexiones cableadas y físicas dedicadas) no aplican, como se describe a continuación. Debido a las limitaciones en las conexiones, el rendimiento y funcionalidad reducidos están impuestos en este tipo de DS.

La plataforma hardware Intel y la plataforma del Sistema operativo Windows NT son características comunes a las soluciones DS. Esto permite mejorar fácilmente la funcionalidad DS por medio de las tarjetas de Telefonía de Computadora estándar y paquetes de software.

7.1 Servicios del DS

- Empatando el Grupo al Habla

El operador DS es capaz de establecer un empate entre dos o más llamadas de Grupo al Habla, entre los Grupos al Habla normalmente monitoreados de la DS. Cuando un miembro de un grupo empatado habla, los miembros del mismo grupo y todos los grupos empatados serán capaces de escucharlo.

- Llamada Autorizada por el Despachador (CAD)

El operador DS puede autorizar una llamada desde/hacia un usuario TETRA o PABX, si la llamada no está permitida en el perfil del subscriptor. Siempre que dichas restricciones apliquen a una llamada y una CAD es permitida para el subscriptor involucrado, un requerimiento de autorización es enviado hacia un despachador y entonces la llamada tiene permiso de proceder si se autorizó. El usuario llamando o el usuario llamado (uno o varios en caso de llamada de grupo) o ambos pueden necesitar autorización. La autorización puede ser dada desde la DS con o sin un dialogo de voz preventivo entre el operador y el usuario requiriendo.

- Administración de Llamada Simultánea

La aplicación del despachador permite al operador monitorear hasta 16 llamadas simultáneas TETRA (individuales o de grupo). Por medio de las interfaces gráficas, el operador DS puede seleccionar todas o un subconjunto de llamadas monitoreadas, con el fin de transmitir simultáneamente en todas esas llamadas seleccionadas.

Además, las DS puede parcialmente manejar futuras llamadas (excediendo el límite de 16), solo para la parte de señalización, sin capacidad de voz.

- Llamadas de emergencia entrantes

La DS recibe llamadas de notificación de emergencia colocadas cualquier usuario unido a los Grupos al Habla monitoreados. Durante la llamada de emergencia, la DS mantiene su capacidad de cortar en cualquier otra conversación de miembros del Grupo al Habla.

- Estado de los Mensajes.
- Mensajes definidos de Usuario.
- Datos de Circuito.

La DS soporta servicio de datos de circuito. La DS proporciona hasta cuatro ranuras de datos de circuito, permitiendo la selección entre todas las velocidades disponibles (hasta 28,8 Kbit/s).

7.2 Interfaz de Usuario

El operador puede accesar los servicios de despacho después de haber sido reconocido e identificado por el sistema; siempre que un operador de despacho es identificado, la aplicación del despachador se inicia y los servicios proporcionados son presentados al operador. El mecanismo de identificación es implementado por

medio del nombre del usuario y la clave de acceso. En caso de que una identificación falla, la aplicación de despacho no es iniciada y una mascara adecuada invitando al operador a escribir un nombre correcto de usuario y clave de acceso es emitida desde el sistema.

El operador DS accesa los servicios de despacho por medio de una Interfaz de Máquina Humana gráfica (HM) que cumple con el medio gráfico de Windows NT.

8. Numeración

8.1 Cantidad de Números en Sistemas TETRA

Según lo especificado en el estándar TETRA el número de abonado es en total 48 bits (ITSI o GTSI). Los 24 bits superiores se usan para expresar el código del país y de la red, por lo que el MCC son 10 bits y el MNC son 14 bits. Los 24 bits inferiores se reservan para identificar al abonado en la red TETRA Elettra.

País 10 bits	Red 14 bits	Dirección abonado 24 bits
MCC	MNC	ISSI (Identidad corta abonado individual) o GSSI (Identidad corta abonado grupo)

Estructura de ITSI (Identidad abonado individual TETRA) o GTSI (Identidad abonado grupo TETRA)

El espacio disponible para números de abonados es de 24 bits.

Los terminales (radios TETRA) y estaciones de trabajo de operador de despacho se identifican con ITSI. Los grupos y servicios se identifican con GTSI.

9. Interpolaridad

9.1 Interfaces SCN-T - PABX

La tarjeta analógica PABX provee a la TIU-10 con hasta ocho puertos de interfaz de 4-hilos o 4-hilos +E&M. Ésta es una tarjeta capaz de manejar diferentes tipos de protocolos, como DC5 y AC15. Incluso puede usarse como un puerto telefónico estándar.

La tarjeta incluye potencia DSP consistiendo en ocho canales de detección DTMF, ocho canales de detección de energía con tonos de progreso de llamada y cuatro canales de generación DTMF.

9.2 Tarjeta Analógica PSTN

La tarjeta analógica PSTN provee a la TIU-10 con 4 puertos para conexión directa a líneas telefónicas analógicas. La tarjeta soporta codificación de voz Ley-A o Ley-µ a velocidades de datos de 24 Kb/s a 64 Kb/s seleccionable dinámicamente y en una base de canal-por-canal.

La tarjeta incluye DSPs para señalización telefónica y manejo de DTMF.

9.3 Tarjeta BRI ISDN

Tipos diferentes de tarjetas ISDN BRI están disponibles, todas basadas en la misma tecnología que ofrece número diferentes de puertos:

- 2 canales ISDN BRI.
- 8 canales ISDN BRI.
- 16 canales ISDN BRI.

Esta tarjeta proporciona 2/8/16 canales 2B+D ISDN para conexiones a PABX y PSTN. Maneja protocolo ISDN hasta la Capa 3 y soporta hasta 4/16/32 conexiones de voz o datos simultáneamente. La BRI/SC tiene una interfaz S/T de 4 hilos. Es posible agregar un dispositivo NT1 para proporcionar interfaz U.

Cuando se usa la tarjeta ISDN BRI, hay también la necesidad de una tarjeta DSP separada para el manejo de DTMF. Tarjetas de versiones diferentes de recursos DSP están disponibles: de 8, 16 o 32 canales.

9.4 R2, QSIG

El protocolo de señalización R2 y QSIG es soportado por la tarjeta ISDN PRI. Se requiere la carga de firmware específico.

9.5 Procesamiento de voz TETRA

Para gateway de llamadas telefónicas y conexiones LDS se requiere codificación de PCM a TETRA y viceversa.

La TIU-10 TETRA ejecuta codificación de voz integrando tarjetas dedicadas DSP y la tarjeta VP. Existen tres versiones:

- Tarjeta VP de 4 DSP.
- Tarjeta VP de 6 DSP.
- Tarjeta VP de 8 DSP.

Normalmente cada DSP se usa para manejar 2 llamadas telefónicas (gateway) o una conexión LDS (CRS; en este caso el DSP es capaz de monitorear hasta 16 conversaciones). La tarjeta VP es una tarjeta propietaria diseñada por Marconi.

9.6 Tarjeta controladora RAID

La tarjeta Controladora RAID maneja los dispositivos de almacenamiento RAID de disco del sub-sistema.

9.7 Tarjeta LAN PCI

La tarjeta LAN PCI es un adaptador de servidor de puerto dual Intel PRO/100+ que interfasa la unidad TIU con el LAN interno, para realizar una interfaz dual Ethernet.

Ésta es la interfaz a la LAN interna SCN a través del LAN Switch Ethernet. La interfaz se usa para intercambiar información de control entre la TIU y la TSU-2000.

10. Descripción de Terminales TETRA

10.1 General

La gama de radios considerada para este proyecto costa de las radios móviles de la marca Marconi, modelo VT y FT y las radios portátiles de Nokia (series THR850).

10.2 Radios Móviles TETRA, Serie VT FT, Marca Marconi

10.2.1 Información General

La serie VT/FT es un terminal vehicular de radio digital estándar TETRA, disponible en algunas configuraciones, diseñadas a propósito para ser utilizadas bajo diferentes condiciones de operación, tales como:

• En vehículos de motor: configuración vehicular.

• En motocicletas: configuración de motocicleta.

• En ambiente interno : configuraciones fijas.

• A bordo de un navío: configuración naval.

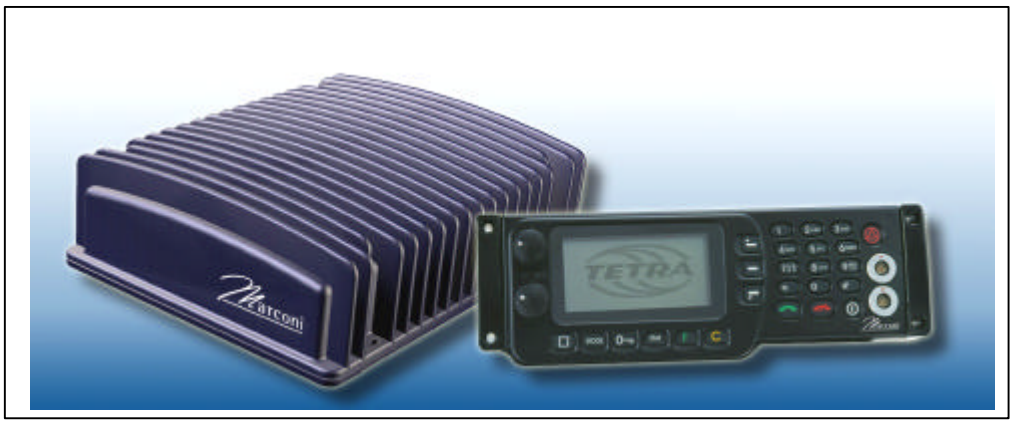
• A bordo de helicópteros :configuración de avión.

Las principales diferencias entre la primera generación de unidades periféricas (serie VT) y las familias se la serie VT son las siguientes:

• Capacidad de 10W RF en todas las condiciones, también usando transmisión de cuatro ranuras.

• Panel Frontal para la Interfaz de la Máquina para humano mejorada, utilizando display grande y teclas programables.

• Encripción Terminal a terminal.



10.2.2 Información Técnica

El equipo vehicular VT posee una arquitectura modular con una estructura básica compuesta esencialmente de dos subensambles:

• Unidad del Radio, la cual contiene la circuitería de transmisión y recepción (o R/T) e identifica la verdadera parte del transreceptor.

• Panel de Control, el cual provee los controles y conectores de la interfaz de usuario para los accesorios de audio y la línea serial RS232 (PEI).

El Panel de Control está conectado directamente a la unidad del transreceptor por un conector dedicado y a través de un cable multicentro apropiado (el cual tiene típicamente una longitud de alrededor de 6 metros) que permite colocar el Panel de Control en una posición remota con respecto a la unidad del radio.

Descripción	Valor
Señalización de la Interfaz Aérea:	ETSI ETS 300-392-2
Clase de Potencia:	2 (10 W)
Control de Potencia Automático:	Cumple con ETSI ETS 300 392-2
Espaciamiento del Portador:	25 kHz
Clase de Receptor:	A
Arquitectura de la RF:	Medio dúplex
Potencia del Audio:	7.8 W, 4 Ohm
Fuente de poder:	Batería Pb con regulador de carga

Voltaje de alimentación Nominal:	Aterrizaje negativo: +13.8Vcd / rango: +10.8Vcd a +15.6Vcd
Consumo de Potencia:	parado: 1 A / modo receptor: 3 A / modo transmisor: 10 A
Especificaciones EMC:	EN 301 489-18
Transmisor	
Modulación :	? /4DQPSK
Potencia máx. En la antena:	10W
Potencia de salida no deseada en estado de Tx No activo:	-70 dBc
Potencia del canal adyacente debida a la modulación:	-60 dBc (1er canal adyacente)
Potencia de canal debida a la conmutación transiente:	-50 dBc
Receiver	
Sensitivity:	-112 dBm (static) / -103 dBm (dinámica)
Rechazo del co-canal (C/Ic):	19 dB
Rechazo del canal adyacente (C/Ia):	-45dB
Características del Bloqueo:	-25 dBm (>500KHz)
Rechazo de la respuesta de espurias:	-45 dBm
Rechazo de la respuesta de inter-modulación:	-47 dBm
Emisión conducida no deseada:	-57dBm (9KHz ÷ 1GHz) / -47 dBm (1GHZ ÷ 12.75GHz)
Emisión irradiada no deseada:	-57 dBm (30MHz ÷ 1GHz) / -47 dBm (1GHz ÷ 4GHz)

Descripción	Valor
Temperatura :	Operativa: -20° ÷ +55°C
	Almacén: -40° to +85°C
Humedad Relativa:	10 a 95% a 40°C no condensando
Prueba de frío:	ETS 300 019-1-5 clase 5.2
Prueba de calor seco:	ETS 300 019-1-5 clase 5.2
Prueba de ciclos térmicos:	ETS 300 019-1-5 clase 5.2
Protección contra polvo:	IP65
Golpe y vibraciones:	ETS 300 019 par 2-3

10.2.3 Prestaciones

10.2.3.1 Comunicación de voz

Llamada de Grupo

Una llamada de Grupo es una conexión punto-a-multipunto dentro de un subconjunto de unidades terminales, tales como Radios Móviles, Despachadores o usuario de teléfono (solo como parte llamando). Todos éstos serán miembros del mismo Grupo Hablando y compartirán la misma identidad de Grupo Hablando. Cuando el grupo es llamado, todos los miembros del grupo son involucrados en la misma llamada.

El usuario de la unidad del radio provocará la llamada, seleccionando y hablando sobre un canal abierto sin importar que el servicio del canal abierto sea simulado dentro del sistema TETRA mediante el uso del servicio de llamada en grupo TETRA. El usuario de la unidad del radio habrá entonces seleccionado un identificador de grupo y establecido una llamada de grupo. Cada miembro de un grupo podrá iniciar una llamada en "canal abierto".

Un grupo en "canal abierto" siempre tendrá activado el servicio suplementario de Entrada Tardía, con el fin de permitir que cualquier usuario de la unidad del radio ingrese una llamada en proceso después de haber seleccionado un canal abierto.

La velocidad de repetición de llamada tardía es el número de veces que el sistema TETRA transmite el mensaje de la llamada en grupo . Si un usuario de la unidad del radio llama a un grupo que ya tiene una llamada en progreso, automáticamente serán incluidos en esa llamada entrante.

La velocidad de repetición es establecida durante el establecimiento de la configuración del Grupo Hablando. Pueden establecerse diferentes velocidades de repetición de entradas tardías, para llamadas normales y de emergencia al mismo grupo.

Para llamadas de Grupo Hablando, solo es aplicable la señalización de establecimiento directo. Esta señalización de establecimiento directo ocurre cuando una unidad del radio responde automáticamente a la llamada de Grupo Hablando, sin la intervención del usuario de la unidad de radio.

El sistema TETRA localiza canales sólo en células donde ya se encuentran los miembros del grupo. Se soportan dos tipos de llamadas de grupo:

• Llamada de Grupo Estándar: esta característica está basada en las Llamadas de Grupo Desconocido y se realiza en modo medio dúplex.

• Todo los "Anuncios" de llamada: Esta característica permite a los usuarios de la unidad del radio colocar una Llamada de Grupo de Transmisión hacia todos los usuarios de la unidad del radio en la red TETRA. Los usuarios de la unidad del radio llamados solo pueden escuchar.

Solo se localiza un canal de tráfico para cada BS, donde los usuarios de la unidad de radio normalmente adjuntados al grupo, se colocan. El tráfico de canal es independiente del número de usuarios de la unidad del radio. La extensión geográfica del grupo permitida en términos de estaciones base involucradas, es configurable desde el NMS.

Durante la llamada, las partes pueden abandonar la llamada o pueden "perderse" (por ejemplo, una parte puede apagar sus unidades de radio o salir de la cobertura del sistema). Como la red TETRA no es informada de la salida de una parte que llama, se implementa un mecanismo de verificación de presencia. El sistema TETRA monitorea constantemente la BS para el indicador de verificación de presencia del usuario de la unidad del radio y liberará el canal para la BS una vez que ha determinado que ningún usuario de la unida del radio se encuentra aún registrado con la BS. Los canales no usados encontrados por el mecanismo de verificación de presencia son removidos de la llamada.

Las llamadas de grupo utilizan un mecanismo temporizador de colgado. Después del final de una transacción, la llamada es liberada automáticamente por la red, a menos que una nueva demanda de transmisión sea recibida desde una unidad de radio antes que el tiempo de colgado expire. Al recibir una demanda de transmisión desde la unidad del radio, el temporizador de colgado se restablece.

Para unirse a un Grupo Hablando, el usuario de la unidad de radio selecciona el grupo pre-programado en sus equipos móviles. El usuario de la unidad del radio es entonces capaz de recibir cualquier conversación desde aquel Grupo hablando.

Para hablar, el usuario de la unidad del radio simplemente transmite como siempre, dependiendo si la llamada está activa o no, un requerimiento de llamada o un requerimiento de transacción es enviado al sistema TETRA.

Una llamada puede ser liberada mediante uno de los siguientes dos métodos:

• El usuario de la unidad del radio iniciando la llamada puede liberar la llamada a menos que un despachador esté participando en la llamada.

• Un operador DC puede liberar cualquier llamada en la cual está participando, inclusive sin ser el iniciador de la llamada.

Desde la activación del botón PTT y mientras esté involucrada una llamada de voz, una unidad de radio emitirá un requerimiento voz. Este requerimiento es manejado por el Sistema TETRA de acuerdo a los privilegios de prioridad para hablar de los usuarios de la unidad del radio.

El operador DC (Consola de Despacho) es capaz de interrumpir cualquier transacción en progreso, excepto las transacciones originadas por el usuario de la unidad de radio que inicia una llamada con prioridad de emergencia.

Para cambiar el Grupo Hablando corriente, el usuario necesita desprenderse de ese grupo hablando y re-adjuntarse al nuevo. El proceso es realizado en el aire de acuerdo a los procedimientos TETRA de adjuntarse/liberarse predefinidos.

En la terminal móvil, las direcciones del grupo están asignadas a un selector de grupo, el cual es proyectado a un Subconjunto de Perfiles de Trabajo (WPS) asociado. Hasta seis WPS, seleccionables por el usuario de la unidad del radio, están programados en la terminal móvil, proporcionando un máximo de 96 direcciones de grupo disponibles.

Llamadas Individuales

Una llamada de voz individual es una conexión punto-a-punto bi-direccional entre dos unidades terminales, tales como Radio Móvil, Despachador o usuario de red telefónica de servicio. Los establecimientos de llamadas individuales pueden adoptar la estrategia de señalización colgado/descolgado con el fin de alertar al subscriptor llamado y esperar para sus aceptaciones, antes de colocar la llamada.

Tanto el llamador como la parte llamada pueden aclarar una llamada de voz individual. Un límite de duración puede ser definido por el NMS, la llamada será aclarada cuando éste es excedido.

Las llamadas de voz pueden ser en modo medio dúplex o dúplex completo. Las llamadas (interconectadas) de telefonía, es decir llamadas hacia/desde usuarios de PABX pueden ser dúplex completo donde las unidades de radio están equipadas con un auricular (handset).

Llamada directa

Con el equipo VT/FT es posible realizar llamadas directas (express calls) entre dos usuarios TETRA, que son aquellas en las que la comunicación se establece inmediatamente, sin esperar a que conteste el usuario llamado.

Llamada de Emergencia

La tecla de función de color rojo puede ser programada como una tecla de emergencia, de forma que al ser pulsada el VT/FT inicie una llamada de emergencia a un destino predeterminado, de acuerdo con las necesidades de cada organización.

10.2.3.2 Comunicación de Datos

Esta característica permite a un usuario transferir cantidades limitadas de datos hacia un usuario individual o de grupo sobre el canal de control.

Tanto los Mensajes de Estado como los Mensajes de Datos Cortos pueden ser enviados por los usuarios ya involucrados en las llamadas de voz o datos de circuito (llamadas individuales o de grupo). Los mensajes son re-ruteados sobre los canales de control asociados con los canales de tráfico usados por las llamadas entrantes.

Los servicios de Datos Cortos están clasificados como:

- Predefinido (Mensajes de Estado) o
- Definidos por el usuario (Mensajes de Datos Cortos).

Ambos servicios están disponibles entre los usuarios TETRA (Radios Móviles y Despachadores)

Los Mensajes de Estado son predefinidos por las configuraciones bit, conocidas por ambos usuarios y el sistema. Se encuentran disponibles más de 32000 mensajes.

Los Mensajes de Datos Cortos permiten al usuario enviar hasta 255 bytes de datos alfanuméricos (texto).

10.3 Radios Portátiles TETRA, Serie THR850

10.3.1 Información General

El terminal THR850 de Nokia es un terminal portátil digital que cumple las especificaciones de los estándares ETSI para funcionar en redes TETRA.

El THR850 soporta todos los servicios de voz y datos de las redes TETRA. Ha sido desarrollado de acuerdo con las siguientes especificaciones para equipos radio TETRA: ETS 300 392 Voice and Data Air Interface, ETS 300 394 Voice and Data Conformance testing y ETS 300 395 Tetra Speech Codec en el rango de temperaturas de –20…+50 ºC.

El modo de funcionamiento es semidúplex sobre las bandas de frecuencias que se indican en las especificaciones técnicas y la potencia de salida es clase 4L, de acuerdo con ETS 300 392-2.

El paquete básico incluye el terminal radio, antena, batería cargador y guía de usuario, existiendo además una amplia serie de otros accesorios tales como clip de cinturón, estuche, cargadores de viaje, cargador de baterías y diferentes accesorios de vehículo que se describen en el apartado de accesorios.

10.3.2 Información Técnica

- Modo de funcionamiento: Modo trunking, semi-duplex.
- Bandas de frecuencia:TX806-824MHz / RX851-869 MHz.
- Potencia de salida:ETS 300 392-2 power class 4L
- Estabilidad: <5 ppm
- Espaciado de portadoras:25 kHz
- Modulación:π/4-DQPSK
- Método de transmisión TDMA, 4 canales/portadora
- Codificación de voz ACELP, 4,8 kbit/s

- Potencia de salida audio 500 mW/8Ω
- Emisiones no esenciales máximas < - 40 dBc.
- Respuesta audiofrecuencia: 300 a 3000 Hz @ 1 kHz
- Teclado Alfanumérico, pantalla: Pantalla gráfica dinámica de alta precisión, hasta 5 líneas de texto, números y gráficos y ajuste de contraste de pantalla manual
- Dimensiones: 137 (alto) x 53 (ancho) x 36 (fondo) mm
- Peso: 196 g
- Interfaz de datos: RS485 / RS232
- Batería:1800 mAh Li-Ion
- Tiempo de conversación 3 – 4.5 h / Stand by 24 h/Tiempo de uso (10/90) 11 h /Tiempo de carga (ACP-8) 4 h (apagado)

10.3.3 Prestaciones

10.3.3.1 Comunicación de Voz

Llamada de Grupo

Los grupos pueden estar previamente programados o, adicionalmente, desde una posición de despacho (DWS) se puede utilizar la función de agrupación dinámica ó DGNA (Dynamic Group Number Assignment) que permite modificar los participantes en los grupos a través del interfaz aire. El usuario elige el grupo deseado de entre todos los disponibles en el teléfono o puede activar la función de escáner mediante una tecla de función preprogramada. La función de escaneo permite seguir la conversación de varios grupos, pues la radio cambiará automáticamente a un grupo en el que haya actividad. El usuario puede dar distintas prioridades a distintos grupos, de forma que la radio elegiría en todo momento el grupo de mayor prioridad de entre todos los que estén activos. El THR850 permite preprogramar hasta 50 grupos.

Llamadas Individuales

Con el THR850 es posible realizar llamadas individuales a otros usuarios de la red TETRA, pero también a otras redes externas. Las llamadas individuales dentro de la propia organización se pueden hacer mediante marcación abreviada, bien marcando directamente en el teclado, o bien eligiendo el destino en el listín telefónico de la memoria (hasta 255 entradas de números).

Llamada directa

Con el THR850 es posible realizar llamadas directas (express calls) entre dos usuarios TETRA, que son aquellas en las que la comunicación se establece inmediatamente, sin esperar a que conteste el usuario llamado.

Llamada de Emergencia

La tecla de función de color rojo puede ser programada como una tecla de emergencia, de forma que al ser pulsada el THR850 inicie una llamada de emergencia a un destino predeterminado, de acuerdo con las necesidades de cada organización.

10.3.3.2 Comunicación de Datos

Llamada de Estado

Los mensajes de estado se dividen en tres categorías, dependiendo de para qué se usen: mensajes de estado, indicadores de situación y peticiones de rellamada. La radio acepta como máximo 50 mensajes de status preprogramados y 50 indicadores de situación preprogramados.

Mensajes de texto

Los mensajes de texto enviados pueden contener hasta 120 caracteres y los recibidos hasta 160 caracteres.

10.3.3.3 Otras Prestaciones

Además de las características ya mencionadas el THR850 posee otras que a continuación se detallan:

- Lista de historial de llamados.
- Scanning con prioridad.
- Asignación de Números de Grupo Dinámico.

- Identificación de grupo en conversación.
- Identificación de línea llamante.
- Autenticación.
- Indicador gráfico de nivel y batería.
- Reloj, reloj de alarma.
- Alarma de batería baja.
- Calculadora.
- Ajustes para 6 perfiles.
- 35 tonos de ringing.
- Programación en terreno vía PC, incluyendo memoria flash eeprom y ram
- Tecla de activación de altavoz.
- Vocoder para cancelación de ruido.

10.3.3.4 Accesorios

El paquete básico del THR850 incluye la unidad radio, batería, antena, cargador y guía de usuario. No obstante, a continuación se enumeran una serie de accesorios opcionales que pueden ser suministrados en caso de su requerimiento (no incluidos en esta oferta).

Accesorios para el portador

- Clip de cinturón BCH-12.
- Funda para portar CSL-6.
- Audífonos HDC-9P.
- Accesorios de gestión de energía
- Soporte para escritorio DCH-8.

- Cargadores de viaje ACP-7,8 y 9.
- Cargador de batería DDC-2.
- Batería interna BLN-4.

Accesorios de vehículo

- Avanzado kit manos libres para coche CARK91T.
- Receptáculo para teléfono MCB-1.
- Cargador de móvil LCH-8 y 9.

11. Criterios de Diseño

El diseño de este sistema de radiocomunicaciones (Tetra) ha tenido en cuenta dos tipos de servicio:

- Servicio Fijo; que es el que se presta entre puntos fijos determinados. Dependerá de las estaciones fijas que se consideren. Tendrá en cuenta un criterio de disponibilidad del 99,9%.
- Servicio Móvil; que se realiza con estaciones móviles entre sí o con una o más estaciones base. Tiene en cuenta las pérdidas añadidas por corrección de espacio y tiempo (90/90).

11.1 Cobertura Radio Eléctrica

Para determinar el alcance radio eléctrico de una estación base se consideran los siguientes parámetros:

- Zona de Cobertura de un Transmisor Radioeléctrico.

  Es la zona en la cual la intensidad de campo producida por la estación base en cuestión, es mayor o igual que un umbral determinado.

- Zona de Servicio

  Es aquella zona para la cual la estación base goza de un cierto nivel de protección, que garantiza la explotación del servicio.

- Intensidad de Campo Mínima Utilizable

  Es el valor mínimo del campo que permite obtener una determinada calidad de recepción.

11.2 Criterio de Calidad para el Servicio Fijo (Estaciones fijas)

Para el servicio fijo se ha fijado como criterio de calidad una disponibilidad del 99,9% del tiempo; es el tiempo en el cual un enlace radioeléctrico entre una estación base y una estación de control está disponible para la transmisión y recepción correcta de datos. Es decir, que hay un 99,9% de posibilidades de transmitir y recibir datos sin error.

El método de predicción empleado para determinar el grado de disponibilidad/calidad para el servicio fijo es la predicción por distribución Rayleigh.

La distribución Rayleigh viene dado por:

$$G(rf) = \exp\left(1 - 0{,}693\left(\frac{r_0}{\tilde{r}}\right)^2\right)$$

Para calcular el margen de desvanecimiento (M) necesario para proporcionar una disponibilidad de 99,9% se utiliza la siguiente fórmula:

$$M = 20\log\left(\frac{r_0}{\tilde{r}}\right)$$

$$\frac{r_0}{\tilde{r}} = \sqrt{\frac{LaG}{-0'693}}$$

Por lo tanto;

$$M = 10\log\left(\frac{Ln0{,}01}{-0'693}\right)$$

Margen necesario = ±28,4 dB para una disponibilidad de 99,9%.

Es decir, para obtener una disponibilidad de 99,9% para un enlace entre una estación base y un terminal fijo es necesario un margen plano de 28,4 dB.

El margen de desvanecimiento se define de la siguiente manera:

M = |Umbral del Receptor – Campo Eléctrico Recibido|

Donde;

Umbral del Receptor = Sensibilidad de la receptora expresada en dBm, referido a un BER.

El campo eléctrico recibido se calcula utilizando la ecuación de balance de potencias;

$$P_r(dBm) = P_t - L_t + G_t - L_{bf} - L_{aa} - L_d + G_r - L_r$$

Donde;

P_t = Potencia de Transmisor en dBm.

L_t , L_r = Pérdidas por filtros, cable coaxial, conectores, etc en dB.

G_t, G_r = Ganancia de las antenas transmisor y receptor respectivamente en dBd.

L_{bf} = Pérdidas por espacio libre en dB.

L_{aa} = Pérdidas por absorción atmosférica en dB.

L_d = Pérdidas por difracción en dB.

Para el servicio de las estaciones fijas se han considerado un área de cobertura de acuerdo a la especificada en el pliego, ya que no se conocen a priori cuál será la situación de las estaciones fijas.

- Enlaces con visibilidad directa.
- Enlaces obstruidos, no hay línea de vista entre el transmisor y el receptor.

Para los enlaces con visibilidad directa se considera pérdidas por difracción sólo cuando uno ó varios obstáculos interceptan la primera zona de Fresnel. El método de calculo de difracción depende del tipo de obstáculo. Los tipos de obstáculos considerados son:

- Obstáculo aislado – UIT-R-526
- Obstáculo redondeado- UIT-R-526
- Dos obstáculos aislados – Método Epstein – Peterson

11.3 Criterio de Calidad para el Servicio Móvil

El criterio de calidad para el servicio móvil es una combinación de la disponibilidad de tiempo y de ubicaciones (Para tener en cuenta el movimiento de los terminales). Es decir, el valor de la intensidad de campo necesaria en comunicaciones móviles es aquél que asegure la recepción de una señal con una cierta calidad para una cobertura perimetral y durante un porcentaje de tiempo determinado.

El criterio fijado para el servicio móvil/portátil es:

- 90% Ubicaciones
- 90% Tiempo

Como el campo varía de forma aleatoria, se ha convenido en tomar ese valor como la mediana estadística de los valores de campo y se denominó campo mediano necesario. Este viene dado por:

$$\overline{E}_n = E_m + \Delta_r E + \Delta_e E$$

E_n = Campo mediano necesario

E_m = Campo mínimo utilizable

$\Delta_r E$ = Corrección por ruido/multitrayecto

$\Delta_e E$ = Corrección estadística (Ubicación y tiempo)

y

$$E_m = S + 20\log f - Gd - 32$$

dónde:

S = Sensibilidad del receptor (dBμ)

(dBμ) = 20 log (μv)

f = Frecuencia en MHz

G_d = Ganancia de la antena receptor con respecto al dipolo λ/2

11.4 Sistemas Móviles de Voz Digitalizada (Tetra)

La sensibilidad de los equipos de radio, estaciones bases, móviles y portátiles utilizados en sistemas de voz digitalizada (Tetra) están expresados en términos de potencia recibida (dBm). Por lo tanto, se emplea la ecuación de balance de potencias para el diseño de cobertura radioeléctrica.

Los equipos de radio tienen asignados dos valores de sensibilidad, "Static"- Parado y "Dynamic" - en movimiento.

Unos valores típicos para los equipos Tetra son:

Estación Base:	Static	115 dBm
	Dynamic	106 dBm

El valor "Dynamic" para la estación base es para tener en cuenta el movimiento de un terminal (móvil ó portátil) en modo transmisión

Móvil/ Portátil:	Static	112 dBm
	Dynamic	103 dBm

La diferencia de 9 dB entre las sensibilidades "Static" y "Dynamic" es el valor de la corrección por ruido/multitrayecto, $\Delta_r E$. Por lo que únicamente la corrección estadística, $\Delta_e E$ se aplica en los cálculos del valor de campo necesario.

11.5 Métodos Empíricos de Predicción de Propagación

Los métodos de predicción de atenuación de propagación requieren el conocimiento del perfil del terreno entre la estación transmisor y el receptor que resulta muy adecuado para radioenlaces punto a punto.

Cuando se trata de radiocomunicaciones zonales existe, en general una gran variabilidad de los trayectos de propagación (Estación terminal en movimiento). El estudio de la propagación suele entonces efectuarse analizando perfiles a lo largo de radiales trazados desde el transmisor, para distintas direcciones azimutales. Es habitual trabajar, como mínimo, con 12 radiales (una cada 30º) y analizando perfiles a lo largo de los radiales con incrementos de kilometro en kilometro.

Para una mayor exactitud en la predicción de propagación es necesario incrementar la cantidad de radiales y decrementar la distancia entre los perfiles a lo largo de los radiales.

Para este proyecto se han utilizado:

- Radiales cada 0,5º (721 Radiales)
- Distancia de 100 m entre perfiles, hasta 20 Km. (200 perfiles por radial)

11.6 Método de Hata – Okumura (1968-1980)

Hata proporciona la pérdida básica de propagación, L_b, para medios urbanos, suburbanos y rurales.

L_b viene dado por:

$$L_b = 69{,}55 + 26{,}16 \log f - 13{,}82 \log h_t - a(h_m) + (44{,}9 - 6{,}55 \log h_t) \cdot \log d$$

Dónde:

F = Frecuencia, MHz, en la gama $150 \leq f \leq 1{,}500$ Mhz

h_t = Altura efectiva de la antena transmisor (m), en la gama $30 \leq h_t \leq 200$ m.

h_m = Altura sobre el suelo de la antena receptor (m) en la gama $1 \leq h_m \leq 10$m.

d = Distancia (km) en la gama $1 \leq d \leq 20$ km.

$A(h_m)$ = Corrección por ciudad.

La fórmula de Hata no tiene en cuenta la influencia de ondulación de terreno ni los efectos derivados del grado de urbanización.

11.7 Método de Predicción de Propagación por Ordenador

Tradicionalmente los perfiles se representan a partir de datos obtenidos manualmente de mapas topográficos. Se van obteniendo los pares distancia-cota por intersección entre la línea que une la ubicación del transmisor y receptor y las curvas del nivel del terreno.

Aunque esta tarea es sencilla, resulta tediosa. Para solventar estos problemas, se han desarrollado procedimientos de digitalización de mapas topográficos que permiten la obtención por ordenador de perfiles radioeléctricos y posterior cálculo, tanto de las pérdidas de propagación, como de contornos equiseñal, con una precisión adecuada a las necesidades de radio comunicaciones.

La precisión de este método depende de los siguientes puntos:

- Resolución de los mapas topográficos digitalizados.
- Número de radiales trazados.
- Número de perfiles analizados por radial.

11.8 Mapas Topográficos Digitalizados

Los mapas digitales de terreno tienen la forma de una retícula tridimensional, con coordenadas UTM: X, Y y la cota Z, que en el plano adopta la forma de rejilla cuadrada. Cada vértice de la rejilla representa la altura media o representativa del cuadrado centrado en este punto.

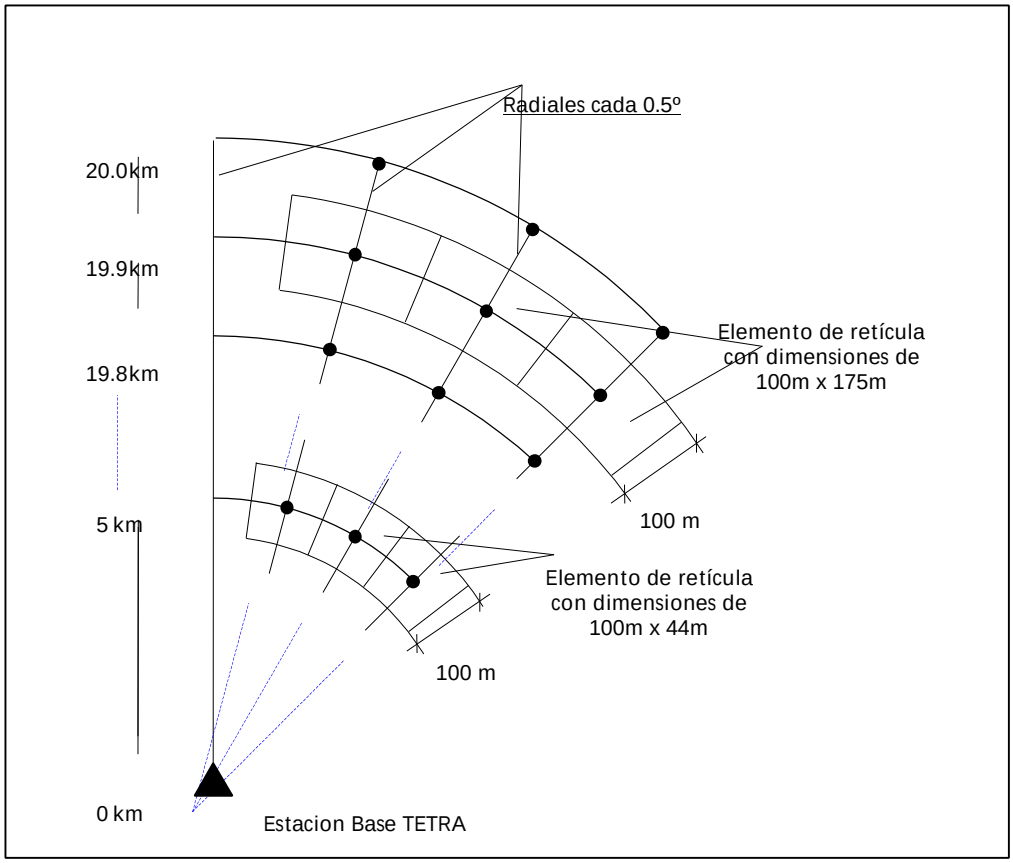
La resolución de los mapas digitales de terreno depende de dos factores principales:

- Tamaño de rejilla.
- Escala de mapa topográfica digitalizado.

11.9 Método Utilizado – Por Ordenador

Para este estudio de radiocomunicaciones móviles (Tetra) se ha utilizado una base de datos con mapas digitales de terreno con escala 1:250.000 como se indicaba en las bases de la licitación y software técnico específico dedicado a este fin.

Para cada estación base (Tetra) propuesta para el sistema de radiocomunicaciones móviles se han trazado radiales cada 0,5º, un total de 721 por estación base. Además se han estudiado 200 perfiles por radial. Esto proporciona 144,200 elementos de retícula por cada estación base. El tamaño de cada retícula varía desde 100m x 9m (a 1km) a un máximo de 100 m x 175 m (a 20 km).



Se considera el campo radioeléctrico de cada retícula, el calculado para su punto medio. Hay 200 puntos por radial. Para calcular la potencia radioeléctrica de cada punto se han utilizado la ecuación de "Balance de Potencias". Esta viene dado por:

$$P_r(dBm) = P_t - L_t + G_t - L_{bf} - L_{aa} - L_d - L_{ant} - \Delta_e E + G_r - L_r$$

donde;

P_r = Potencia recibido en dBm. En el estudio de retroalcance este valor corresponde a la potencia recibido por una estación base Tetra.

P_t = Potencia de salida de R. F. En dBm. Este valor corresponde al equipo de radio para el estudio de retroalcance.

L_r = Pérdidas por cable coaxial, conectores, filtros, etc. en dB. Este valor corresponde al equipo de radio para el estudio de retroalcance.

G_r = Ganancia de la antena del transmisor en dBd. Este valor corresponde a la antena móvil.

L_{bf} = Pérdidas por espacio libre en dB. Esto viene dado por;

$$L_{bf} = 32.45 + 20\log f(MHz) + 20\log d(km)$$

L_{aa} = Pérdidas por absorción atmosférica en dB. Este viene dado por;

$$L_{aa} = (g_o + g_w) \cdot d$$

L_d = Pérdidas por difracción en dB.

L_{ant} = Corrección por el patrón de radiación de la antena en dB. Este tiene en cuenta la posición de la estación fija/móvil con respecto a la estación base Tetra. Es decir, la perdida/ganancia de la antena para el ángulo (acimut) de llegada de la señal radioeléctrica a la estación base Tetra.

$\Delta_e E$ = Corrección estadística para ubicaciones y tiempo. Para este proyecto se han utilizado 90% ubicaciones y 90% tiempo. El coeficiente de 13,1. Ver tabla:

Coeficiente de variabilidad con el Tiempo Qt (UHF) 2 Sobre tierra

Coeficiente de variabilidad con las Ubicaciones Ql (UHF) 10 Sobre tierra

Disponib.	Factor de Corrección (K)	Ql	Qt	Margen*	
75/75	0,67	10	2	6,8	dB
90/90	1,28	10	2	13,1	dB
95/95	1,64	10	2	16,7	dB

** Margen de Disponibilidad = Sqr[(K(%)*Ql)^2+(K(%)*Qt)^2]*

G_r = Ganancia de la antena receptora en dBd. Este valor corresponde a la antena receptora de la estación base Tetra.

L_r = Pérdidas por cable coaxial, conectores, filtros, etc. en dB. Este valor corresponde a la estación base Tetra.

11.10 Retroalcance

Para tener en cuenta el alcance de un móvil/portátil en movimiento hacia una estación base, se ha estudiado el retroalcance. Para esto es necesario substituir en la ecuación de balance de potencias los parámetros, P_t, L_t y G_t por los parámetros del equipo móvil y los de G_r y L_r por los de la estación base.

Para el estudio de retroalcance se han fijado los siguientes criterios:

- Altura de la antena móvil : 1,5m sobre el nivel del suelo, esta altura también se ha considerada para los terminales portátiles.
- La ganancia de la antena móvil es de 3 dBd.
- Se ha tenido en cuenta la corrección estadística Δ_e E para 90% tiempo y 90% ubicaciones.
- Se presentan los diagramas de alcance para terminales portátiles y móviles.

12. Estudio Radioeléctrico

Los sitios propuestos por CFE para la instalación de las estaciones base son los que se muestran en la página 65.

Analizando el terreno se observa claramente que el emplazamiento de Ciénaga de Flores es un sitio vital para proporcionar comunicación a la zona noroeste del área de cobertura. Emplazando ahí una estación base repetidora se obtiene un diagrama de cobertura como se muestra en la página 66, mostrándose en color rojo la zona de cobertura de los fijos y en azul la de los móviles, ambas superpuestas.

El siguiente emplazamiento que se perfila de importancia es Villa de Juárez para cubrir tanto la zona más sur oriental, su diagrama de cobertura lo presentamos en la página 67 sumado al de Ciénaga de Flores.

Ubicamos la siguiente estación base en Arco Vial y ya se obtiene la práctica totalidad del área de cobertura como se muestra en la página 68.

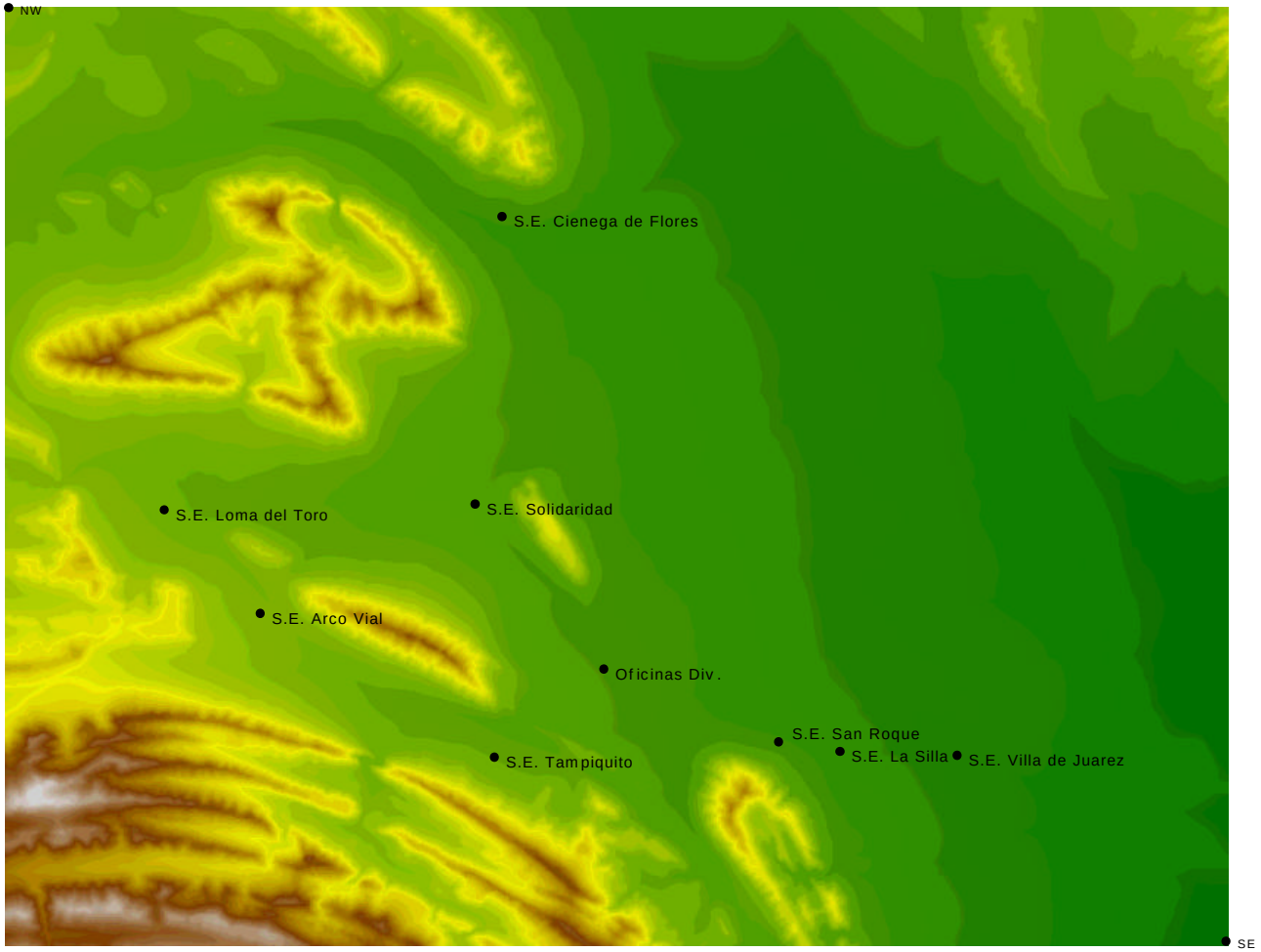
Finalmente se añade la estación base de Solidaridad para asegurar la cobertura completa requerida por CFE (página 69).

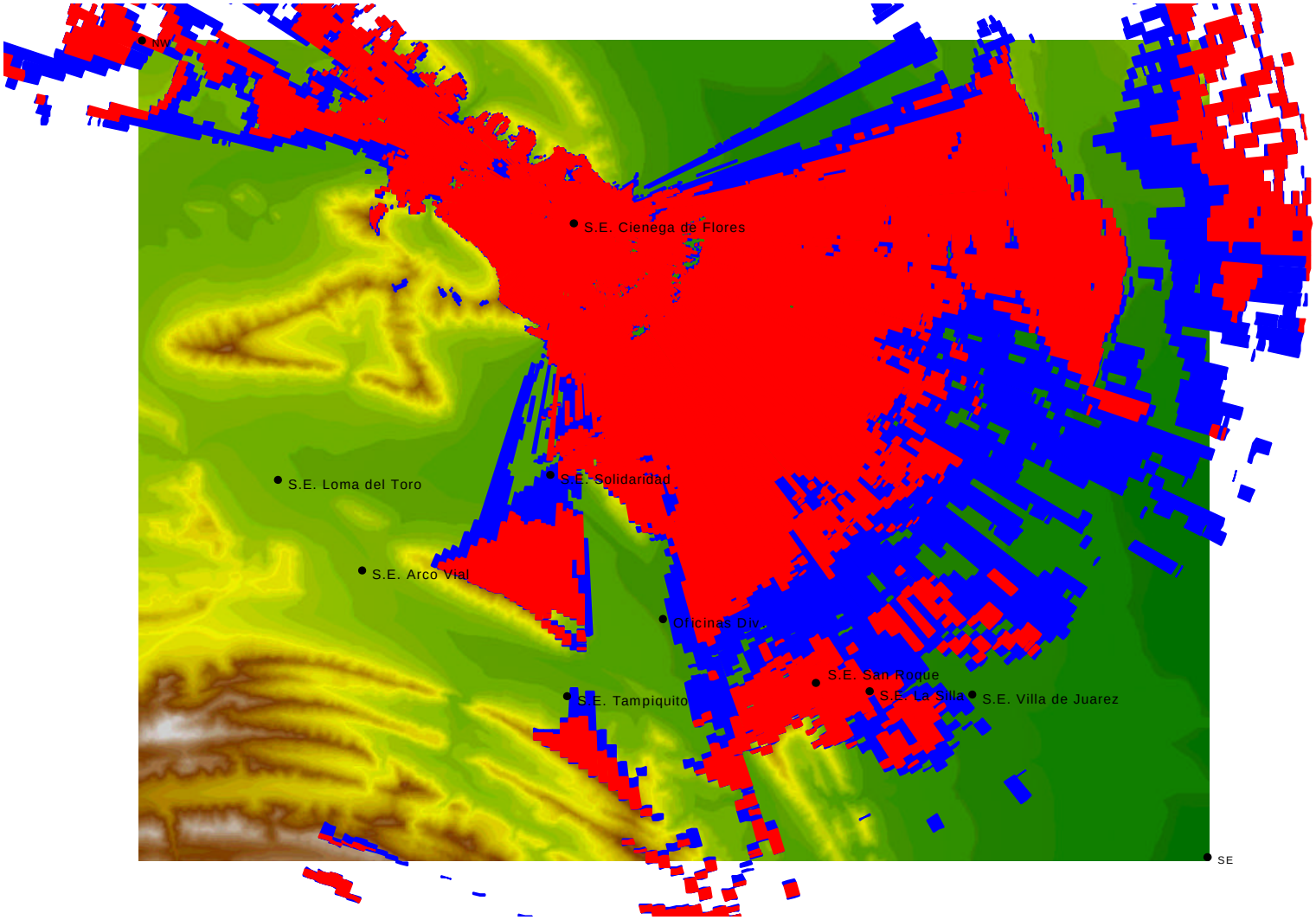
Todas las coberturas mostradas corresponden a una disponibilidad del 90-90.

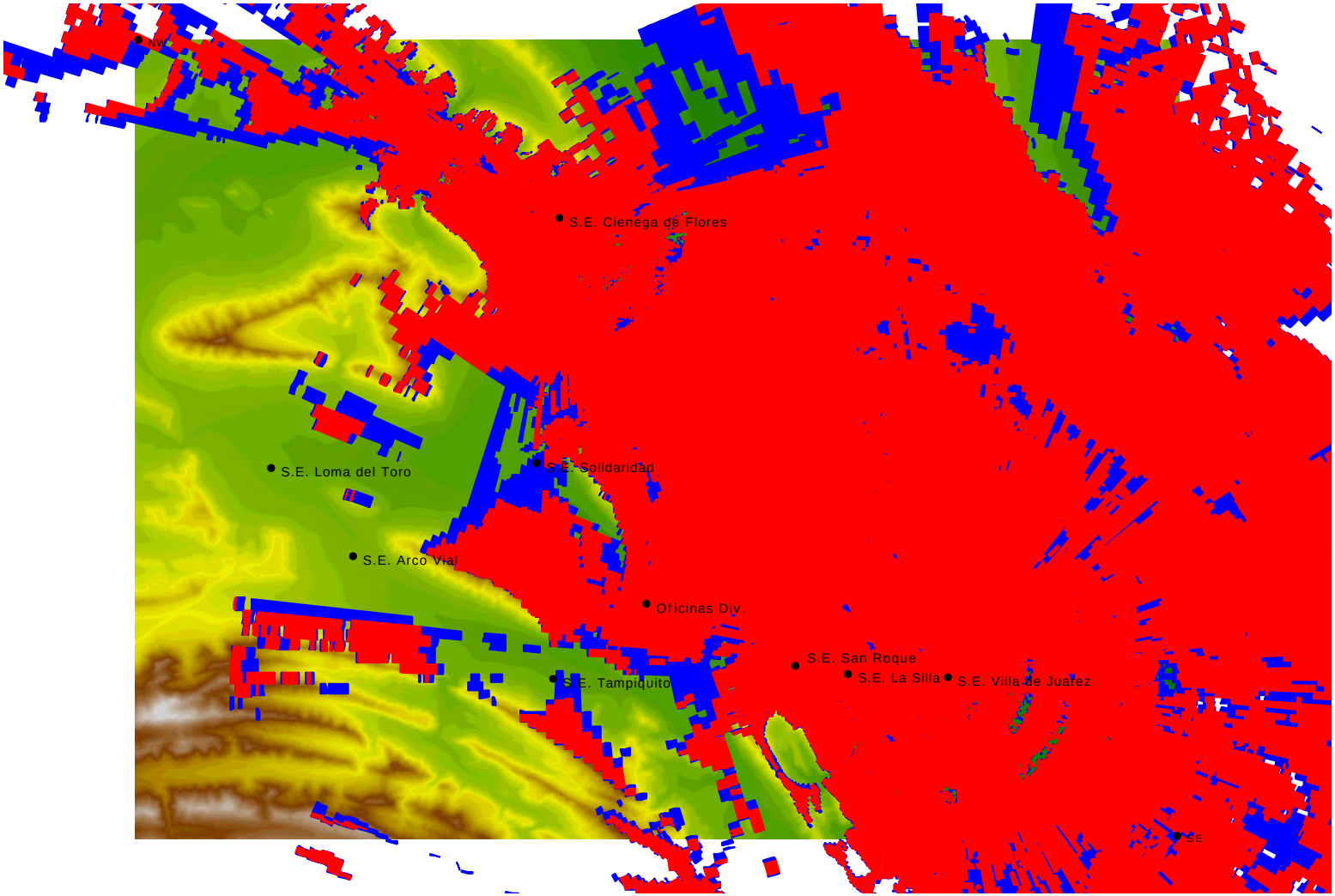
En las oficinas divisionales se puede ubicar el centro de control. Para la conexión entre las oficinas divisionales y las estaciones base se hará uso de radioenlaces implementados con el equipo Flexihopper de Nokia en la banda de 14 GHz autorizada por la COFETEL para enlaces punto a punto.

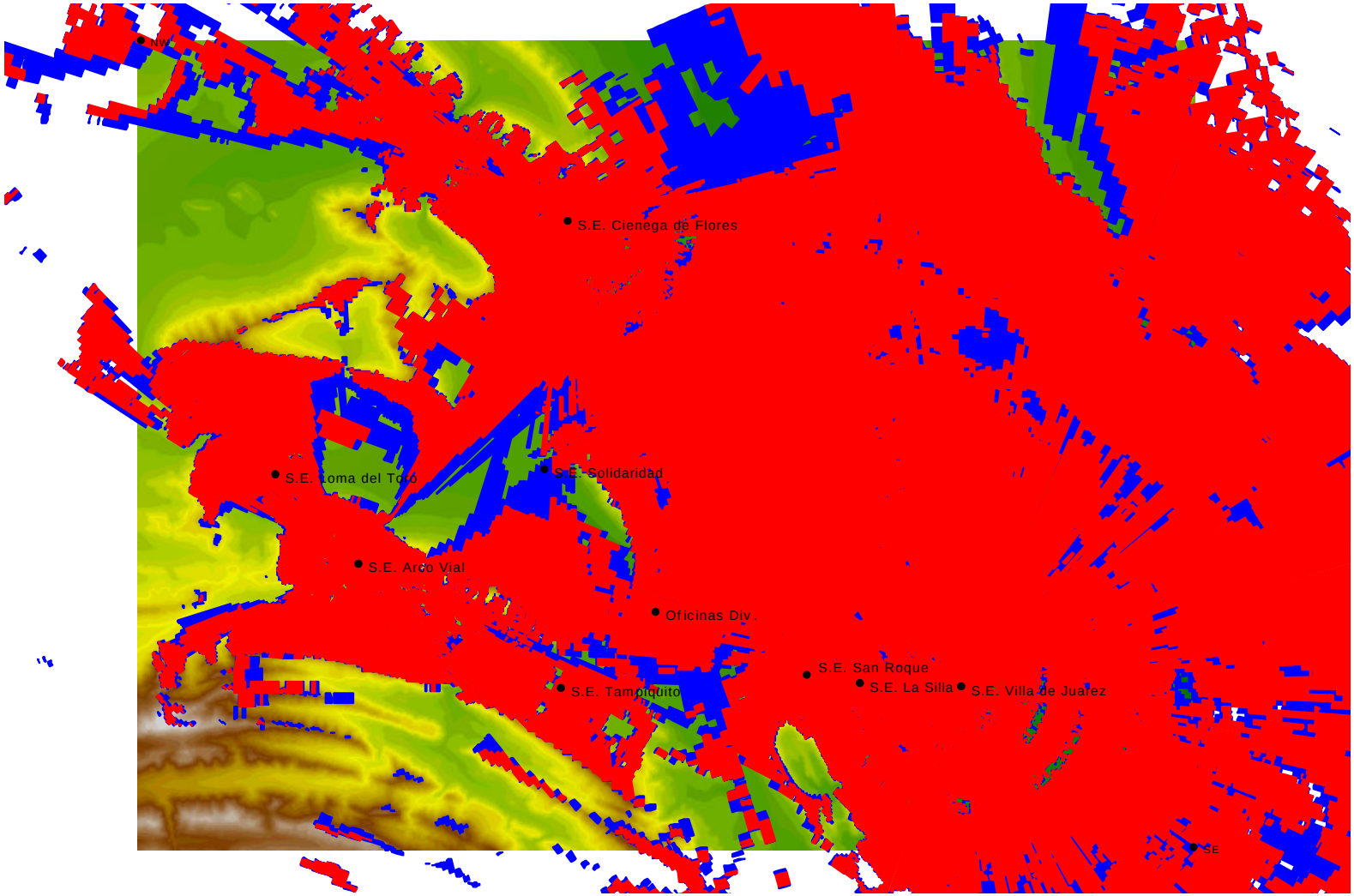
Debido a la particularidad de la orografía resulta complicado llevar la señal desde los emplazamientos de las estaciones base a las Oficinas Divisionales.

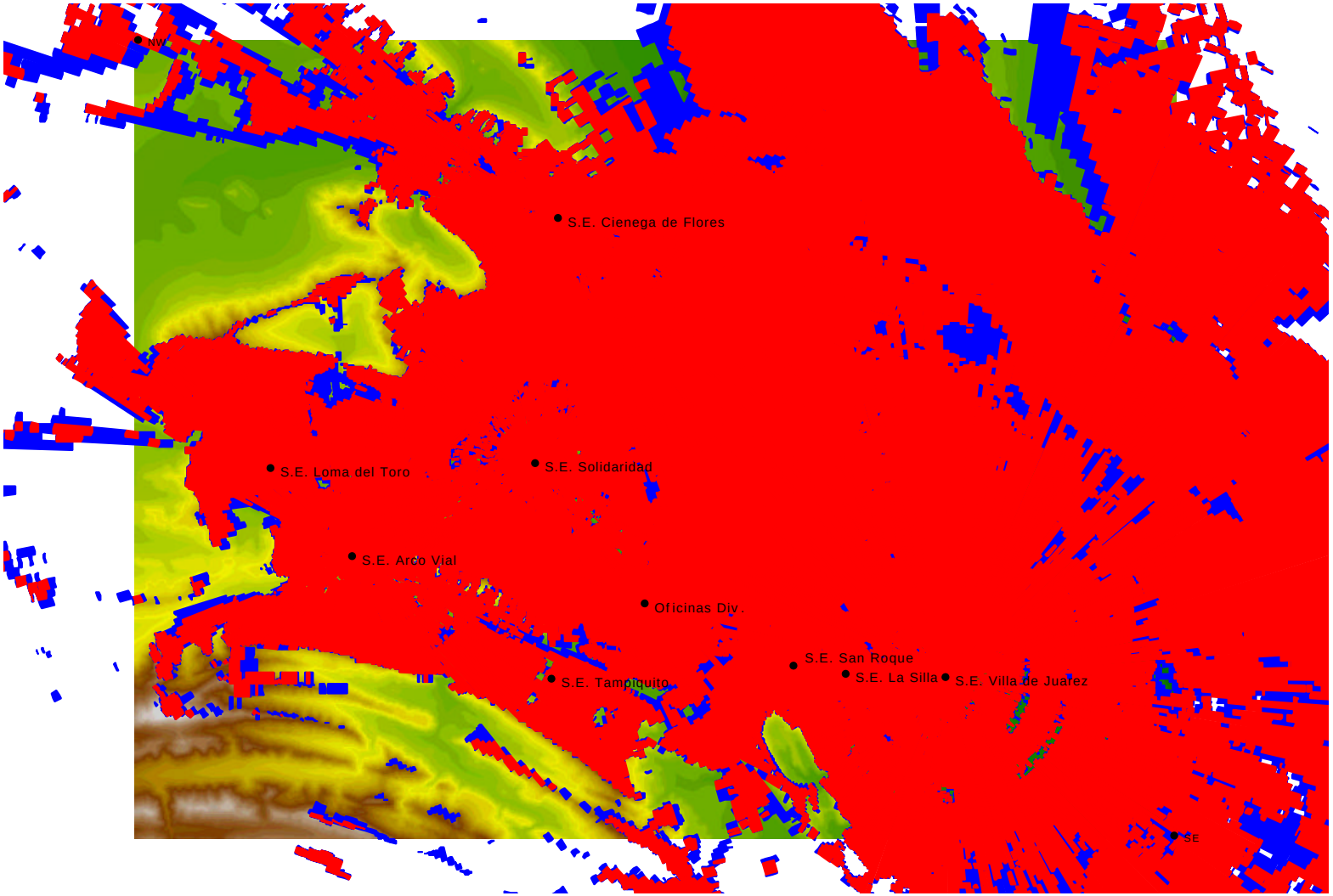
Finalmente la estructura de comunicación de los enlaces microondas se presenta en la página 70.

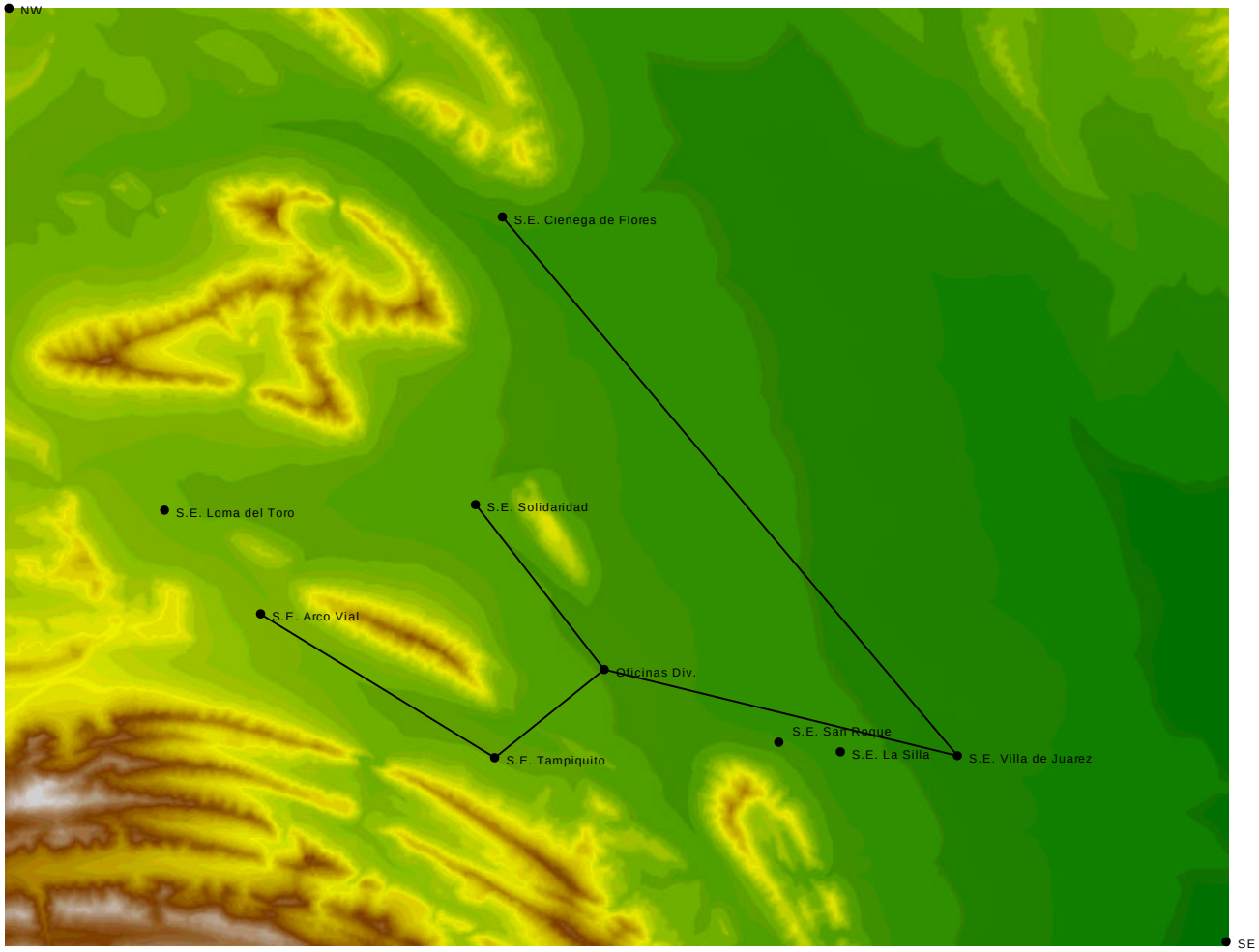

NW
S.E. Cienega de Flores
S.E. Loma del Toro
S.E. Solidaridad
S.E. Arco Vial
Oficinas Div.
S.E. San Roque
S.E. La Silla
S.E. Villa de Juarez
S.E. Tampiquito
SE


NW
S.E. Cienega de Flores
S.E. Loma del Toro
S.E. Solidaridad
S.E. Arco Vial
Oficinas Div.
S.E. San Roque
S.E. Tampiquito
S.E. La Silla
S.E. Villa de Juarez
SE


NV
S.E. Cienega de Flores
S.E. Loma del Toro
S.E. Solidaridad
S.E. Arco Vial
Oficinas Div.
S.E. San Roque
S.E. La Silla
S.E. Villa de Juarez
S.E. Tampiquito
SE


NW
S.E. Cienega de Flores
S.E. Loma del Toro
S.E. Solidaridad
S.E. Arco Vial
Oficinas Div.
S.E. San Roque
S.E. La Silla
S.E. Villa de Juarez
S.E. Tampiquito
SE


NW
S.E. Cienega de Flores
S.E. Loma del Toro
S.E. Solidaridad
S.E. Arco Vial
Oficinas Div.
S.E. San Roque
S.E. La Silla
S.E. Villa de Juarez
S.E. Tampiquito
SE


NW
S.E. Cienega de Flores
S.E. Loma del Toro
S.E. Solidaridad
S.E. Arco Vial
Oficinas Div.
S.E. San Roque
S.E. La Silla
S.E. Villa de Juarez
S.E. Tampiquito
SE

Como se puede observar hay que hacer uso del repetidor de Tampiquito para lograr llevar la comunicación desde la SE Arco Vial a las Oficinas Divisionales y así mismo hay que emplear el propio emplazamiento de Villa de Juárez para poder llevar la comunicación desde Ciénaga de Flores hasta las Oficinas Divisionales.

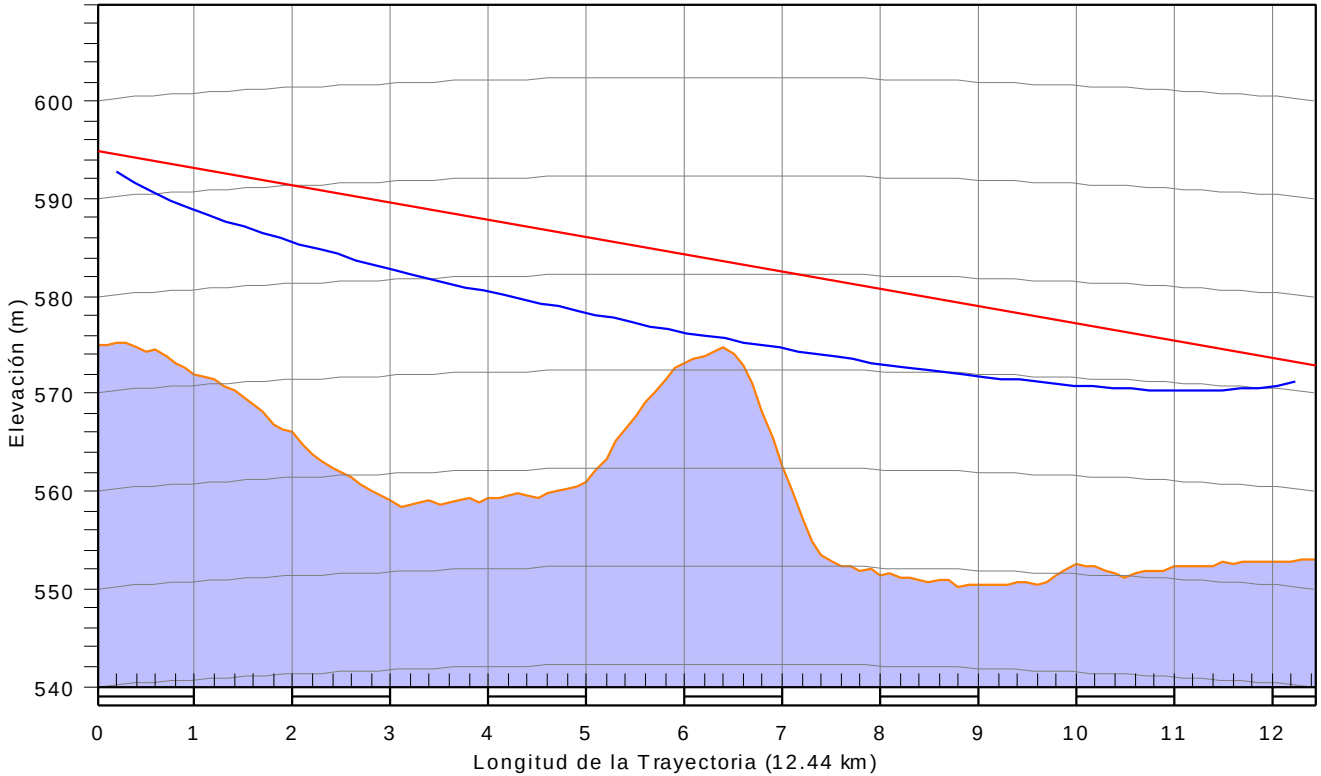
En las páginas de la 72-76 se presentan los radioenlaces involucrados en la red y en las páginas siguientes su análisis de disponibilidad, demostrando que todos ellos son viables.

Con respecto a la infraestructura se hará uso de las casetas de CFE puesto que en la junta de aclaraciones se proporcionó información relativa a la existencia de las mismas y la disponibilidad de CFE a emplearlas para alojar los equipos de comunicaciones de este proyecto.

Con respecto a las torres se ha cotizado de forma opcional para todos los casos las torres requeridas. Esto es:

- Torre arriostrada de 20 metros: Oficinas Divisionales, Solidaridad y Arco Vial.
- Torre autosoportada de 20 metros: SE Tampiquito. En la visita se observó que no había espacio para una torre arriostrada y por ellos se presenta cotización de torre autosoportada.
- Torre arriostrada de 40 metros: S.E. Villa De Juárez y Ciénagas de Flores .

Finalmente con la configuración propuesta se obtiene una cobertura que supera lo requerido por CFE para móviles, portátiles y fijos.



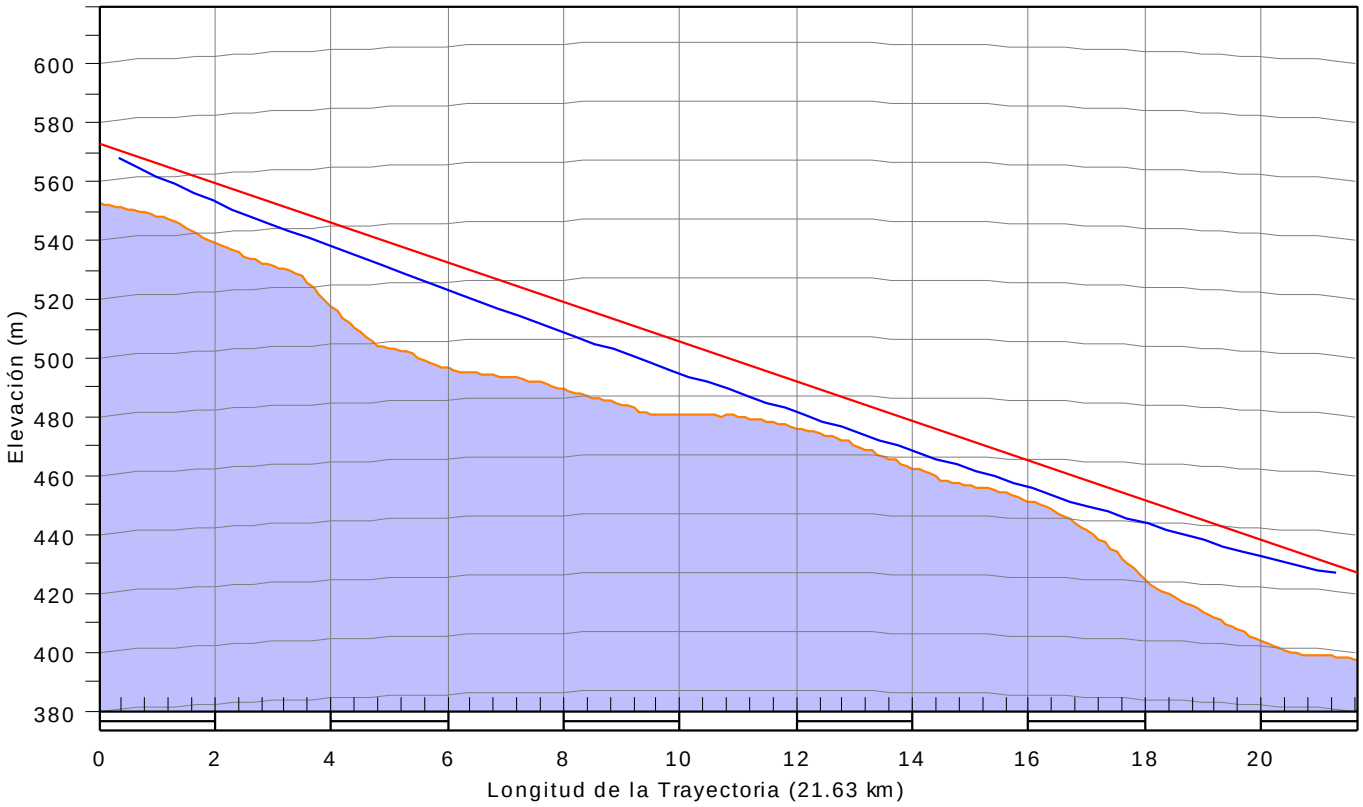
S.E. Solidaridad	
Latitud	25 47 11.15 N
Longitud	100 23 37.50 W
Azimut	142.47°
Elevación	575 m ASL
Altura de Antenas	20.0 m AGL

Frecuencia (MHz) = 14500.0
K = 1.33
%F1 = 100.00

SAINCO

Oficinas Div.	
Latitud	25 41 50.57 N
Longitud	100 19 05.76 W
Azimut	322.50°
Elevación	553 m ASL
Altura de Antenas	20.0 m AGL

Sistema de Telecomunicación Digital Troncalizado	nov 25 01	IRM
Gerencia Divisional Golfo Norte		



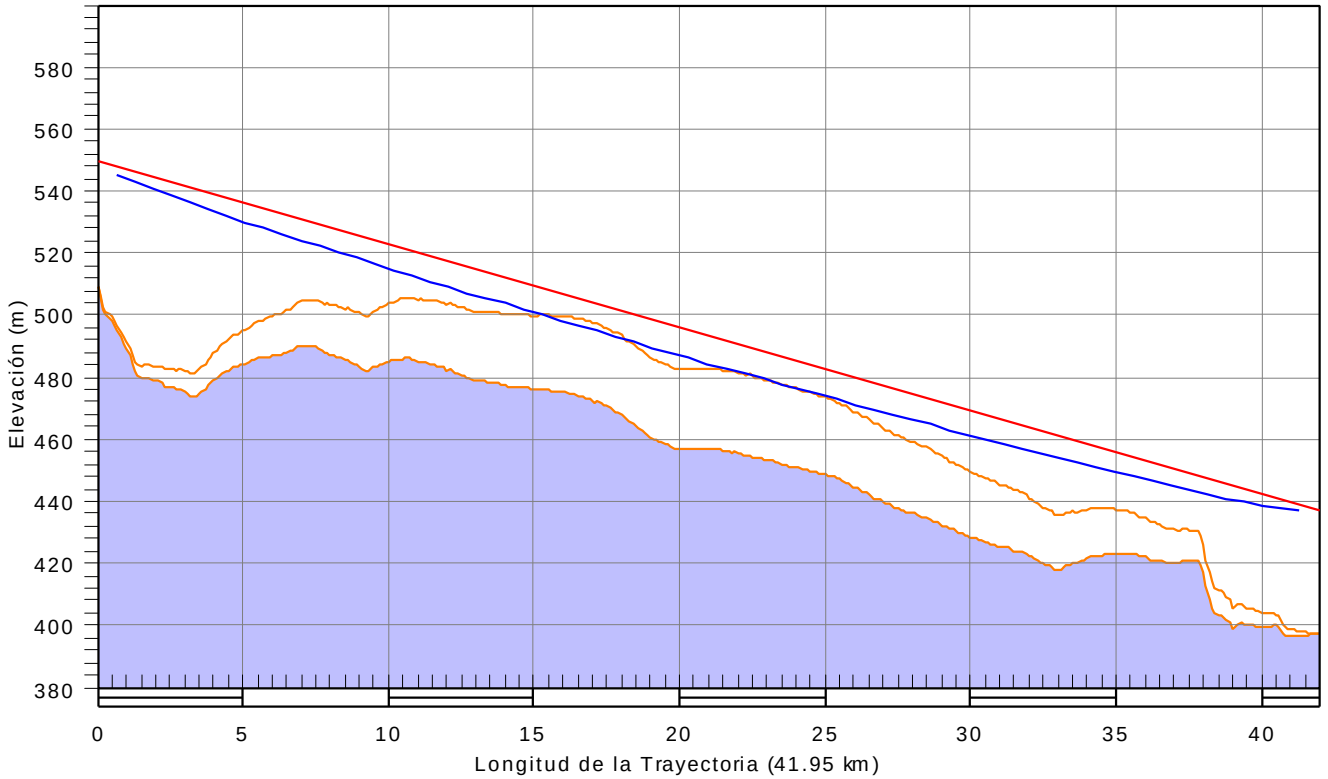
Oficinas Div.	
Latitud	25 41 50.57 N
Longitud	100 19 05.76 W
Azimut	103.56°
Elevación	553 m ASL
Altura de Antenas	20.0 m AGL

Frecuencia (MHz) = 14500.0
K = 1.33
%F1 = 100.00

SAINCO

S.E. Villa de Juarez	
Latitud	25 39 05.19 N
Longitud	100 06 31.85 W
Azimut	283.65°
Elevación	397 m ASL
Altura de Antenas	30.0 m AGL

Sistema de Radiocomunicación Trunking Digital	nov 25 01	IRM
Gerencia Divisional Golfo Norte		



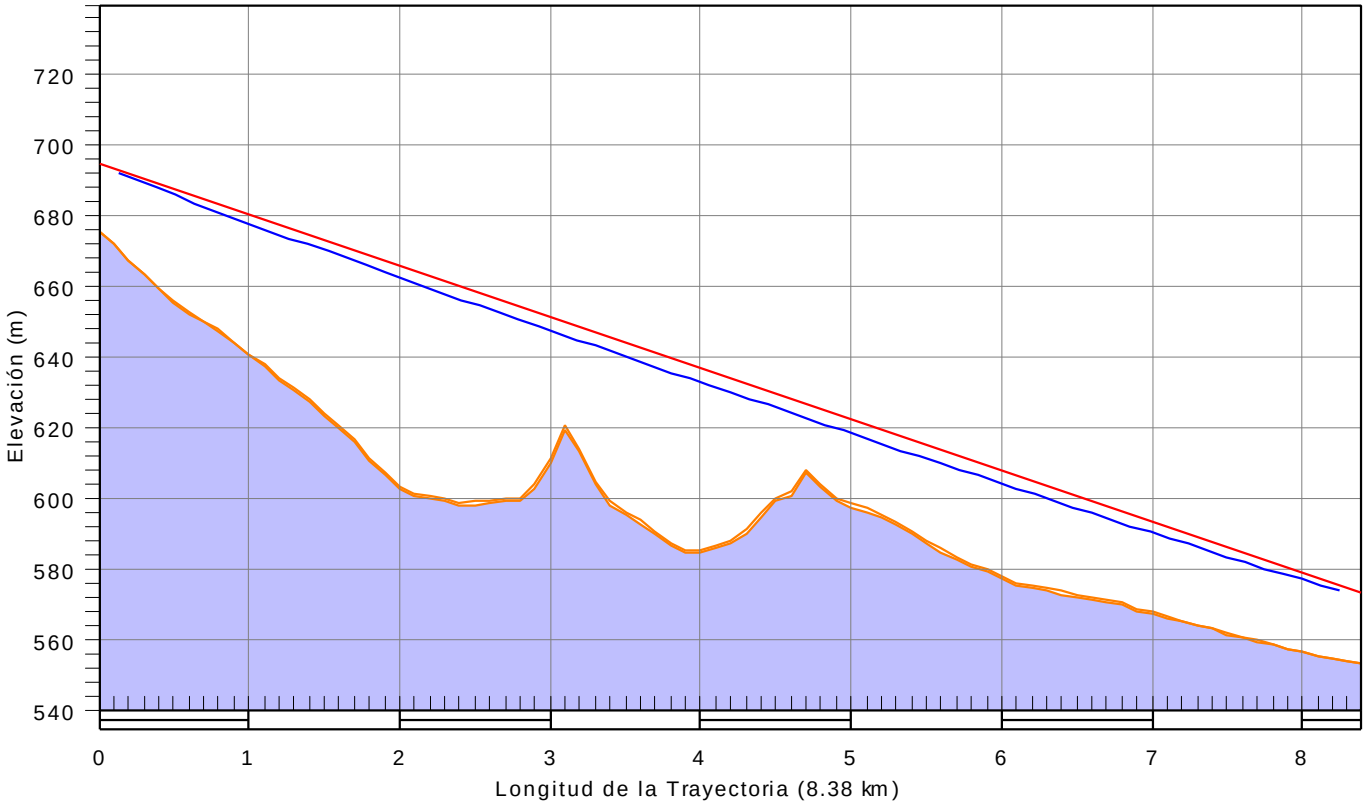
S.E. Cienega de Flores	
Latitud	25 56 28.04 N
Longitud	100 22 41.62 W
Azimut	139.85°
Elevación	509 m ASL
Altura de Antenas	40.0 m AGL

Frecuencia (MHz) = 14500.0
K = 1.33
%F1 = 60.00

SAINCO

S.E. Villa de Juarez	
Latitud	25 39 05.19 N
Longitud	100 06 31.85 W
Azimut	319.97°
Elevación	397 m ASL
Altura de Antenas	40.0 m AGL

Sistema de Radiocomunicación Trunking Didital	nov 25 01	IRM
Gerencia Divisional Golfo Norte		



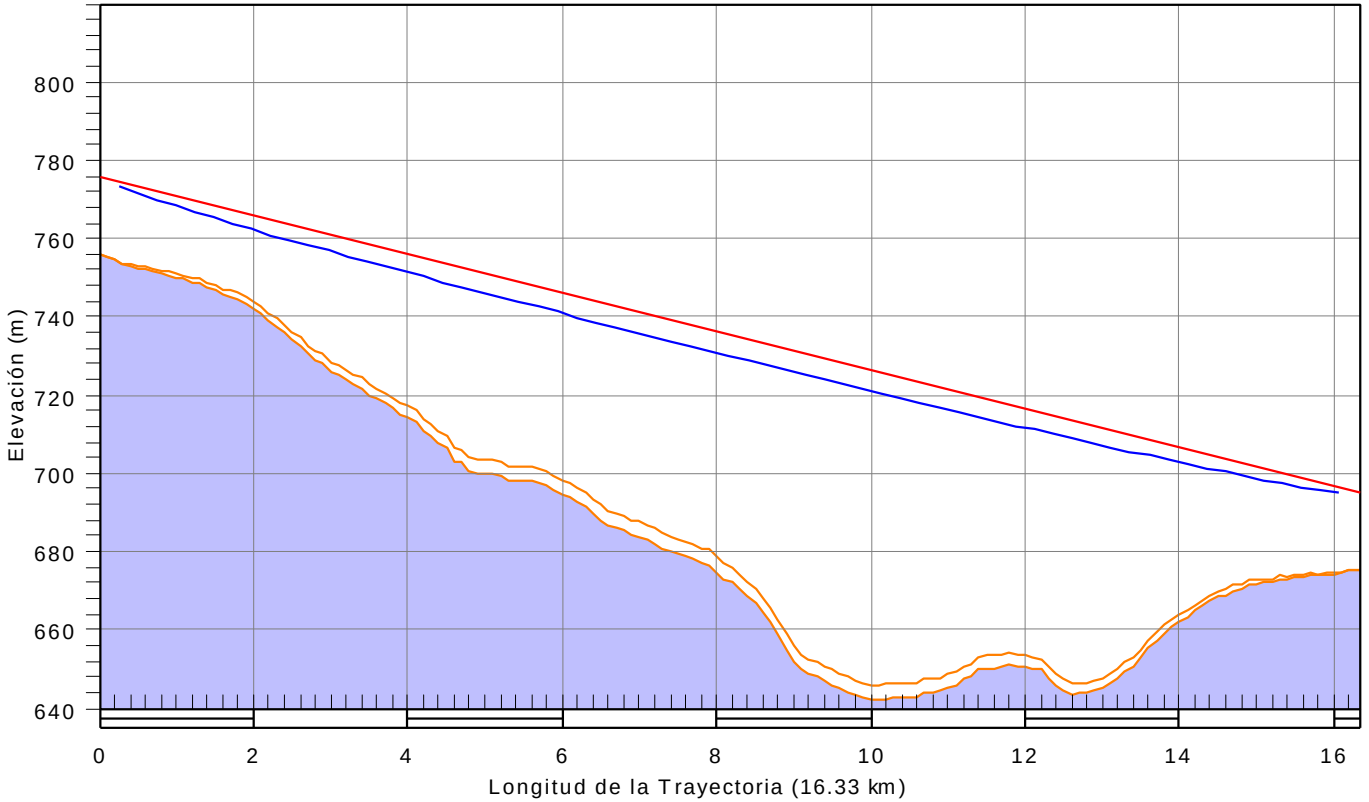
S.E. Tampiquito	
Latitud	25 38 59.82 N
Longitud	100 22 59.82 W
Azimut	51.15°
Elevación	675 m ASL
Altura de Antenas	20.0 m AGL

Frecuencia (MHz) = 14500.0
K = 1.33
%F1 = 60.00

SAINCO

Oficinas Div.	
Latitud	25 41 50.57 N
Longitud	100 19 05.76 W
Azimut	231.18°
Elevación	553 m ASL
Altura de Antenas	20.0 m AGL

Sistema de Radiocomunicación Trunking Digital	nov 25 01	IRM
Gerencia Divisional Golfo Norte		



S.E. Arco Vial	
Latitud	25 43 39.25 N
Longitud	100 31 17.59 W
Azimut	121.75°
Elevación	756 m ASL
Altura de Antenas	20.0 m AGL

Frecuencia (MHz) = 14500.0
K = 1.33
%F1 = 60.00

SAINCO

S.E. Tampiquito	
Latitud	25 38 59.82 N
Longitud	100 22 59.82 W
Azimut	301.81°
Elevación	675 m ASL
Altura de Antenas	20.0 m AGL

Sistema de Radiocomunicación Trunking Digital	nov 25 01	IRM
Gerencia Divisional Golfo Norte		

SE Solidaridad-Oficinas Div.pl4	S.E. Solidaridad	Oficinas Div.
Elevación (m)	575.00	552.92
Latitud	25 47 11.15 N	25 41 50.57 N
Longitud	100 23 37.50 W	100 19 05.76 W
Azimuth Verdadero (°)	142.47	322.50
Ángulo Vertical (°)	-0.14	0.06
Altura de Antena (m)	20.00	20.00
Ganancia de Antena (dBi)	31.00	31.00
Tipo de Línea de TX	LDF4	LDF4
Longitud de Línea de TX (m)	40.00	40.00
Pérdida Unitaria en Línea de TX (dB /100 m)	4.96	4.96
Pérdida en Línea de TX (dB)	1.98	1.98
Pérdida en Conectores (dB)	0.50	0.50
Frecuencia (MHz)	14500.00	
Polarización	Horizontal	
Longitud de la Trayectoria (km)	12.44	
Pérdidas de Espacio Libre (dB)	137.59	
Pérdidas de Absorción Atmosférica (dB)	0.39	
Pérdidas Netas del Enlace (dB)	80.95	80.95
Modelo de Radio	Flexihopper	Flexihopper
Potencia de Transmisión (w)	0.10	0.10
Potencia de Transmisión (dBm)	20.00	20.00
PIRE (dBm)	48.52	48.52
Criterio de Umbral de Recepción	BER-3	BER-3
Nivel de Umbral (dBm)	-93.00	-93.00
Señal Recibida (dBm)	-60.95	-60.95
Margen de Desv. - Térmico (dB)	32.05	32.05
Factor Geoclimático	1.78E-04	
Ángulo de Tangencia (mr)	4.68	
Inclinación del Trayecto (mr)	1.78	
Temperatura Anual Promedio (°C)	28.00	
Fuera de Servicio del Peor Mes por Multitrayecto (%)	99.99972	99.99972
(sec)	7.37	7.37
Fuera de Servicio Anual por Multitrayecto (%)	99.99989	99.99989
(sec)	33.14	33.14
(% - sec)	99.99979 - 66.29	
Región de Precipitación	ITU Region K	
0.01% Intensidad de Lluvia (mm/hr)	42.00	
Margen de Desv. - Plano por Lluvia (dB)	32.05	
Intensidad de Lluvia (mm/hr)	312.34	
Atenuación por Lluvia (dB)	32.05	
Fuera de Servicio Anual por Lluvia (%-sec)	100.00000 - 0.13	
Total Anual (%-seg)	99.99979 - 66.42	

dom, nov 25 2001
Reliability Method - Rec. ITU-R P.530-6
Precipitación - Rec. ITU-R P.530-8

Oficinas Div-SE Villa de Juarez.pl4	Oficinas Div.	S.E. Villa de Juarez
Elevación (m)	552.92	397.17
Latitud	25 41 50.57 N	25 39 05.19 N
Longitud	100 19 05.76 W	100 06 31.85 W
Azimuth Verdadero (°)	103.56	283.65
Ángulo Vertical (°)	-0.46	0.31
Altura de Antena (m)	20.00	30.00
Ganancia de Antena (dBi)	35.00	35.00
Tipo de Línea de TX	LDF4	LDF4
Longitud de Línea de TX (m)	40.00	50.00
Pérdida Unitaria en Línea de TX (dB /100 m)	4.96	4.96
Pérdida en Línea de TX (dB)	1.98	2.48
Pérdida en Conectores (dB)	0.50	0.50
Frecuencia (MHz)	14500.00	
Polarización	Horizontal	
Longitud de la Trayectoria (km)	21.63	
Pérdidas de Espacio Libre (dB)	142.40	
Pérdidas de Absorción Atmosférica (dB)	0.68	
Pérdidas Netas del Enlace (dB)	78.54	78.54
Modelo de Radio	Flexihopper	Flexihopper
Potencia de Transmisión (w)	0.10	0.10
Potencia de Transmisión (dBm)	20.00	20.00
PIRE (dBm)	52.52	52.02
Criterio de Umbral de Recepción	BER-3	BER-3
Nivel de Umbral (dBm)	-93.00	-93.00
Señal Recibida (dBm)	-58.54	-58.54
Margen de Desv. - Térmico (dB)	34.46	34.46
Factor Geoclimático	1.78E-04	
Ángulo de Tangencia (mr)	1.59	
Inclinación del Trayecto (mr)	6.74	
Temperatura Anual Promedio (°C)	28.00	
Fuera de Servicio del Peor Mes por Multitrayecto (%)	99.99882	99.99882
(sec)	30.96	30.96
Fuera de Servicio Anual por Multitrayecto (%)	99.99956	99.99956
(sec)	139.31	139.31
(% - sec)	99.99912 - 278.62	
Región de Precipitación	ITU Region K	
0.01% Intensidad de Lluvia (mm/hr)	42.00	
Margen de Desv. - Plano por Lluvia (dB)	34.46	
Intensidad de Lluvia (mm/hr)	74.37	
Atenuación por Lluvia (dB)	34.46	
Fuera de Servicio Anual por Lluvia (%-sec)	99.99744 - 806.23	
Total Anual (%-seg)	99.99656 - 1084.84	

dom, nov 25 2001
Reliability Method - Rec. ITU-R P.530-6
Precipitación - Rec. ITU-R P.530-8

SE Cienega de Flores-SE Villa de Juarez.pl4	S.E. Cienega de Flores	S.E. Villa de Juarez
Elevación (m)	509.39	397.17
Latitud	25 56 28.04 N	25 39 05.19 N
Longitud	100 22 41.62 W	100 06 31.85 W
Azimuth Verdadero (°)	139.85	319.97
Ángulo Vertical (°)	-0.29	0.01
Altura de Antena (m)	40.00	40.00
Ganancia de Antena (dBi)	46.00	46.00
Tipo de Línea de TX	7/8"	7/8"
Longitud de Línea de TX (m)	40.00	40.00
Pérdida Unitaria en Línea de TX (dB /100 m)	2.74	2.74
Pérdida en Línea de TX (dB)	1.10	1.10
Pérdida en Conectores (dB)	0.25	0.25
Frecuencia (MHz)	14500.00	
Polarización	Horizontal	
Longitud de la Trayectoria (km)	41.95	
Pérdidas de Espacio Libre (dB)	148.15	
Pérdidas de Absorción Atmosférica (dB)	1.32	
Pérdidas por Difracción (dB)	1.46	
Pérdidas Netas del Enlace (dB)	61.62	61.62
Modelo de Radio	Flexihopper	Flexihopper
Potencia de Transmisión (w)	0.10	0.10
Potencia de Transmisión (dBm)	20.00	20.00
PIRE (dBm)	64.65	64.65
Criterio de Umbral de Recepción	BER-3	BER-3
Nivel de Umbral (dBm)	-93.00	-93.00
Señal Recibida (dBm)	-41.62	-41.62
Margen de Desv. - Térmico (dB)	51.38	51.38
Factor Geoclimático	1.78E-04	
Ángulo de Tangencia (mr)	0.13	
Inclinación del Trayecto (mr)	2.68	
Temperatura Anual Promedio (°C)	28.00	
ra de Servicio del Peor Mes por Multitrayecto (%)	99.98977	99.98977
(sec)	268.88	268.88
Fuera de Servicio Anual por Multitrayecto (%)	99.99616	99.99616
(sec)	1209.97	1209.97
(% - sec)	99.99233 - 2419.94	
Región de Precipitación	ITU Region K	
0.01% Intensidad de Lluvia (mm/hr)	42.00	
Margen de Desv. - Plano por Lluvia (dB)	51.38	
Intensidad de Lluvia (mm/hr)	231.16	
Atenuación por Lluvia (dB)	51.38	
Fuera de Servicio Anual por Lluvia (%-sec)	99.99999 - 2.59	
Total Anual (%-seg)	99.99232 - 2422.53	

dom, nov 25 2001
Reliability Method - Rec. ITU-R P.530-6
Precipitación - Rec. ITU-R P.530-8

	S.E. Tampiquito	Oficinas Div.
Elevación (m)	675.12	552.92
Latitud	25 38 59.82 N	25 41 50.57 N
Longitud	100 22 59.82 W	100 19 05.76 W
Azimuth Verdadero (°)	51.15	231.18
Ángulo Vertical (°)	-0.86	0.81
Altura de Antena (m)	20.00	20.00
Ganancia de Antena (dBi)	35.00	35.00
Tipo de Línea de TX	LDF4	LDF4
Longitud de Línea de TX (m)	40.00	40.00
Pérdida Unitaria en Línea de TX (dB /100 m)	4.96	4.96
Pérdida en Línea de TX (dB)	1.98	1.98
Pérdida en Conectores (dB)	0.50	0.50
Frecuencia (MHz)	14500.00	
Polarización	Horizontal	
Longitud de la Trayectoria (km)	8.38	
Pérdidas de Espacio Libre (dB)	134.16	
Pérdidas de Absorción Atmosférica (dB)	0.26	
Pérdidas Netas del Enlace (dB)	69.39	69.39
Modelo de Radio	Flexihopper	Flexihopper
Potencia de Transmisión (w)	0.10	0.10
Potencia de Transmisión (dBm)	20.00	20.00
PIRE (dBm)	52.52	52.52
Criterio de Umbral de Recepción	BER-3	BER-3
Nivel de Umbral (dBm)	-93.00	-93.00
Señal Recibida (dBm)	-49.39	-49.39
Margen de Desv. - Térmico (dB)	43.61	43.61
Factor Geoclimático	1.78E-04	
Ángulo de Tangencia (mr)	8.79	
Inclinación del Trayecto (mr)	14.58	
Temperatura Anual Promedio (°C)	28.00	
Fuera de Servicio del Peor Mes por Multitrayecto (%)	100.00000	100.00000
(sec)	9.83e-03	9.83e-03
Fuera de Servicio Anual por Multitrayecto (%)	100.00000	100.00000
(sec)	0.04	0.04
(% - sec)	100.00000 - 0.09	
Región de Precipitación	ITU Region K	
0.01% Intensidad de Lluvia (mm/hr)	42.00	
Margen de Desv. - Plano por Lluvia (dB)	43.61	
Intensidad de Lluvia (mm/hr)	1297.61	
Atenuación por Lluvia (dB)	43.61	
Fuera de Servicio Anual por Lluvia (% -sec)	100.00000 - 0.00	
Total Anual (% -seg)	100.00000 - 0.09	

dom, nov 25 2001
Reliability Method - Rec. ITU-R P.530-6
Precipitación - Rec. ITU-R P.530-8

	S.E. Arco Vial	S.E. Tampiquito
Elevación (m)	755.78	675.12
Latitud	25 43 39.25 N	25 38 59.82 N
Longitud	100 31 17.59 W	100 22 59.82 W
Azimuth Verdadero (°)	121.75	301.81
Ángulo Vertical (°)	-0.34	0.23
Altura de Antena (m)	20.00	20.00
Ganancia de Antena (dBi)	35.00	35.00
Tipo de Línea de TX	LDF4	LDF4
Longitud de Línea de TX (m)	40.00	40.00
Pérdida Unitaria en Línea de TX (dB /100 m)	4.96	4.96
Pérdida en Línea de TX (dB)	1.98	1.98
Pérdida en Conectores (dB)	0.50	0.50
Frecuencia (MHz)	14500.00	
Polarización	Horizontal	
Longitud de la Trayectoria (km)	16.33	
Pérdidas de Espacio Libre (dB)	139.95	
Pérdidas de Absorción Atmosférica (dB)	0.52	
Pérdidas Netas del Enlace (dB)	75.44	75.44
Modelo de Radio	Flexihopper	Flexihopper
Potencia de Transmisión (w)	0.10	0.10
Potencia de Transmisión (dBm)	20.00	20.00
PIRE (dBm)	52.52	52.52
Criterio de Umbral de Recepción	BER-3	BER-3
Nivel de Umbral (dBm)	-93.00	-93.00
Señal Recibida (dBm)	-55.44	-55.44
Margen de Desv. - Térmico (dB)	37.56	37.56
Factor Geoclimático	1.78E-04	
Ángulo de Tangencia (mr)	6.12	
Inclinación del Trayecto (mr)	4.94	
Temperatura Anual Promedio (°C)	28.00	
Fuera de Servicio del Peor Mes por Multitrayecto (%)	99.99994	99.99994
(sec)	1.59	1.59
Fuera de Servicio Anual por Multitrayecto (%)	99.99998	99.99998
(sec)	7.17	7.17
(% - sec)	99.99995 - 14.34	
Región de Precipitación	ITU Region K	
0.01% Intensidad de Lluvia (mm/hr)	42.00	
Margen de Desv. - Plano por Lluvia (dB)	37.56	
Intensidad de Lluvia (mm/hr)	336.37	
Atenuación por Lluvia (dB)	37.56	
Fuera de Servicio Anual por Lluvia (%-sec)	100.00000 - 0.05	
Total Anual (%-seg)	99.99995 - 14.40	

dom, nov 25 2001
Reliability Method - Rec. ITU-R P.530-6
Precipitación - Rec. ITU-R P.530-8

Los criterios empleados para los cálculos de cobertura han sido los siguientes:

- Estaciones base:

Sitio	Ciénaga de Flores	Solidaridad	Villa de Juárez	Arco Vial
Latitud (N)	25º 56' 28,04"	25º 47' 11,15"	25º 39' 5,19"	25º 43' 39,24"
Longitud (W)	100º 22' 41,62"	10º 23' 37,4"	100º 6' 31,85"	100º 31' 17,58"
Altura Torre (m)	40	20	40	20
Antenas TX. (Omni)	2	2	2	2
Antenas Rx. (Omni)	2	2	2	2
Ganancia Ant. Tx. (dB)	5	5	5	5
Ganancia Ant. Rx. (dB)	5	5	5	5

- Estaciones portátiles:

INFORMACIÓN GENERAL					
Frecuencia (MHz)		800,00		Sistema:	TETRA
EXTREMO RECEPTOR		BS	MS		
Sensibilidad	dBm	-106,00	-103,00		A
Degradación por Interferencia	dB	3,00	3,00		B
Perdida del Cable	dB	1,30	0,00		C

Ganancia de Antena	dBi	7,50	-4,00	D
Ganancia por diversidad	dB	3,50	0,00	E
Potencia Isotrópica	dBm	-112,70	-96,00	F=A+B+C-D-E
Intensidad de Campo	dB*u*V/m	12,30	29,00	
Corrección para disponibilidad 90/90	dB		13,05	T
Potencia Isotrópica corregida para 90/90	dBm		-82,95	Z=F+T
	dBuV/m		42,05	
EXTREMO TRANSMISOR		MB	BS	
Potencia de Transmisión	W	0,56	9,30	
	dBm	27,48	39,68	K
Aislador+combinador+filtro	dB	0,00	4,00	L
Potencia a la salida del combinador	dBm	27,48	35,68	M=K-L
Pérdidas de cable y conectores	dB	0,00	3,00	N
Ganancia de Antena	dBi	-4,00	7,50	O
EIRP	dBm	23,48	40,18	P=M-N+O
Atenuación Isotrópica del trayecto	dB	136,18	136,18	Q=P-F

- Terminales Móviles:

INFORMACIÓN GENERAL					
Frecuencia (MHz)		800,00		Sistema:	TETRA
EXTREMO RECEPTOR		BS	MS		
Sensibilidad	dBm	-106,00	-105,00		A
Degradación por Interferencia	dB	3,00	3,00		B
Perdida del Cable	dB	1,30	1,00		C
Ganancia de Antena	dBi	7,50	2,00		D
Ganancia por diversidad	dB	3,50	0,00		E
Potencia Isotrópica	dBm	-112,70	-103,00		F=A+B+C-D-E
Intensidad de Campo	dB*u*V/m	12,30	22,00		
Corrección para disponibilidad 90/90	dB		13,05		T
Potencia Isotrópica corregida para 90/90	dBm		-89,95		Z=F+T
	dBuV/m		35,05		
EXTREMO TRANSMISOR		MB	BS		
Potencia de Transmisión	W	0,71	9,30		
	dBm	28,48	39,68		K
Aislador+combinador+filtro	dB	0,00	4,00		L

Potencia a la salida del combinador	dBm	28,48	35,68	M=K-L
Pérdidas de cable y conectores	dB	1,00	3,00	N
Ganancia de Antena	dBi	3,00	7,50	O
EIRP	dBm	30,48	40,18	P=M-N+O
Atenuación Isotrópica del trayecto	dB	143,18	143,18	Q=P-F

13. Descripción de los Emplazamientos

En la visita realizada el día 21 de Noviembre se visitaron cuatro de los seis emplazamientos (las cuatro estaciones bases repetidoras, la oficina Divisional y el repetidor) y se recibió información de los dos sitios no visitados.

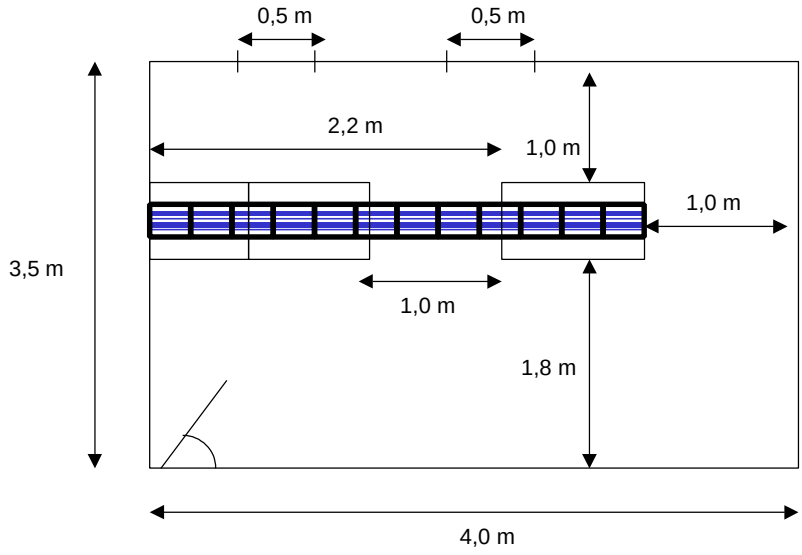
- Oficinas Divisionales:

Información general:

Nombre del lugar	Oficinas Divisionales
Coordenadas	25º 41' 50,56" N, 100º 19' 5,76" W
¿Existe alimentación?	Si
¿Existe acceso?	Si
¿Existe caseta?	Si
¿Existe pasamuros?	Si
Bandejas de cable	Si
Espacio disponible	Si
Obra Civil	No se requiere

¿Existe Torre?	No
¿Existe espacio en la torre?	No

El diagrama del emplazamiento sería el que sigue:



En este emplazamiento sólo se ubicarían los equipos de radiocomunicación por Microondas y el centro de control. Aunque en este emplazamiento existe una torre, por indicación de CFE se cotiza de forma opcional una torre arriostrada de 20 metros para este emplazamiento.

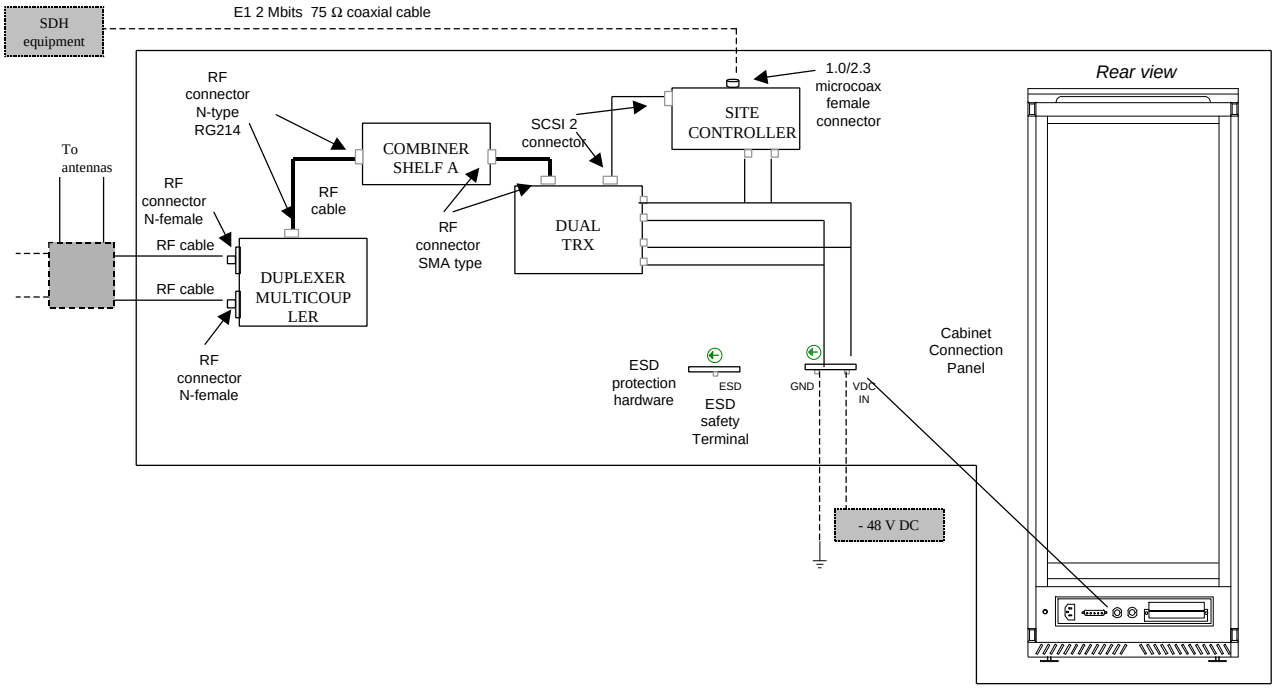
- Solidaridad:

En este emplazamiento cuenta con caseta, se cotiza de forma opcional una torre arriostrada de 20 metros.

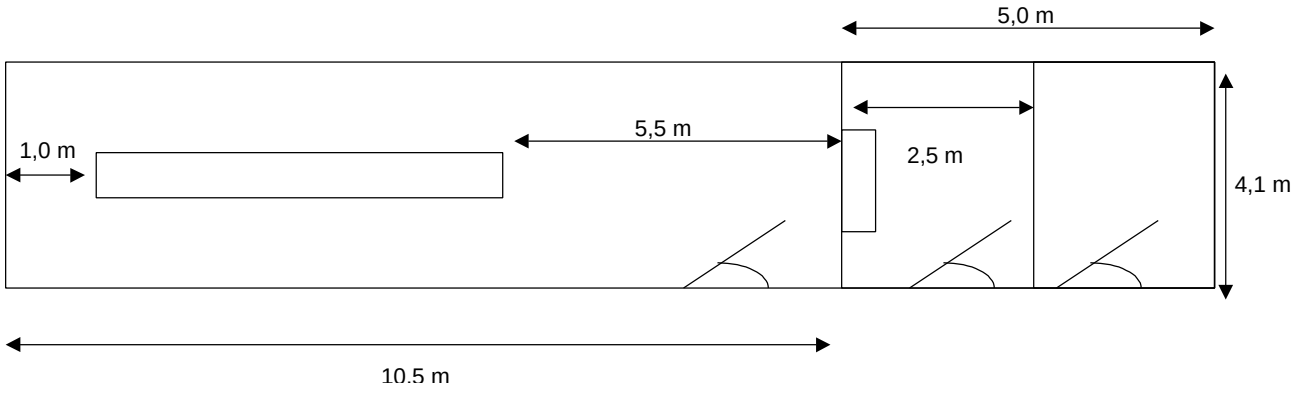
Información general:

Nombre del lugar	Solidaridad
Coordenadas	25º 47' 11,15" N 100º 23' 37,49" W
¿Existe alimentación?	Si
¿Existe acceso?	Si
¿Existe caseta?	Si
¿existe pasamuros?	Si
Bandejas de cable	Si
Espacio disponible	No
Obra Civil	No se requiere.
¿Existe Torre?	No
¿Existe espacio en la torre?	No

En la caseta propuesta habría que alojar la estación base. Su instalación seguiría el siguiente esquema:



La disposición geográfica sería:



- Ciénaga de Flores:

En este emplazamiento cuenta con caseta, se cotiza de forma opcional una torre arriostrada de 40 metros.

Información general:

Nombre del lugar	Ciénaga de Flores
Coordenadas	25º 56' 28,04" N 100º 22' 41,62" W
¿Existe alimentación?	Si
¿Existe acceso?	Si
¿Existe caseta?	Si
¿existe pasamuros?	Si
Bandejas de cable	Si
Espacio disponible	Si
Obra Civil	No se requiere
¿Existe Torre?	No
¿Existe espacio en la torre?	No

En la caseta propuesta habría que alojar la estación base. Su instalación seguiría el mismo esquema que para Solidaridad.

- Repetidor Villa de Juárez:

En este emplazamiento no se visitó aunque CFE nos confirmó la existencia de caseta por lo que se ha cotizado de forma opcional una torre de 40 metros arriostrada y se ha trabajado bajo las siguientes premisas:

Información general:

Nombre del lugar	Repetidor Villa de Juárez
Coordenadas	25 º 39' 5,19" N 100º 06' 31.85" W
¿Existe alimentación?	Si
¿Existe acceso?	Si
¿Existe caseta?	Si
¿existe pasamuros?	Si
Bandejas de cable	Si
Espacio disponible	No
Obra Civil	No se requiere
¿Existe Torre?	No
¿Existe espacio en la torre?	No

En la caseta propuesta habría que alojar la estación base. Su instalación seguiría el mismo esquema que para Solidaridad.

- Repetidor Arco Vial:

En este emplazamiento no se visitó aunque CFE nos confirmó la existencia de caseta por lo que se ha cotizado de forma opcional una torre de 20 metros arriostrada y se ha trabajado bajo las siguientes premisas:

Información general:

Nombre del lugar	Repetidor Arco Vial
Coordenadas	25 º 43' 39,24" N 100º 31' 317,58" W
¿Existe alimentación?	Si
¿Existe acceso?	Si
¿Existe caseta?	Si
¿Existe pasamuros?	Si
Bandejas de cable	Si
Espacio disponible	No
Obra Civil	No se requiere
¿Existe Torre?	No
¿Existe espacio en la torre?	No

En la caseta propuesta habría que alojar la estación base. Su instalación seguiría el mismo esquema que para Solidaridad.

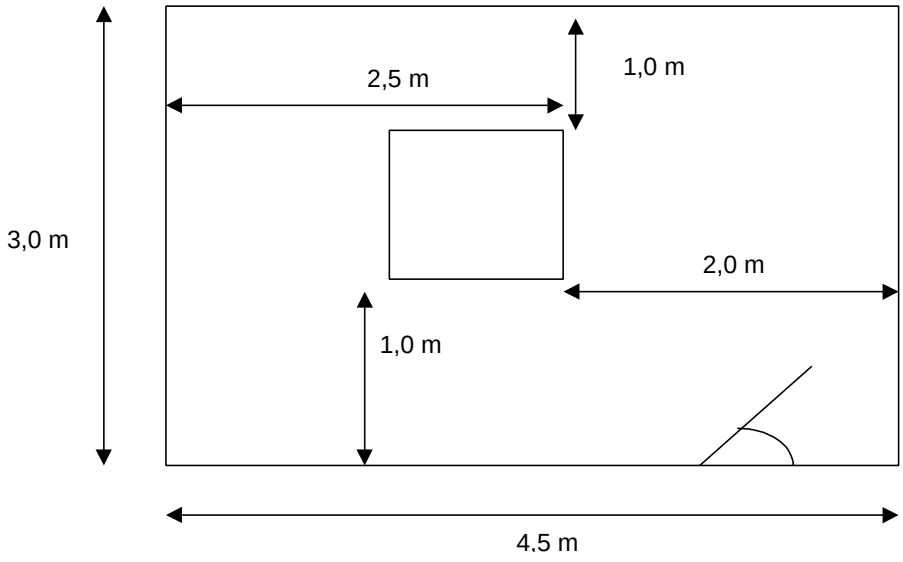
- Repetidor Tampiquito:

Este emplazamiento cuenta con caseta, se cotiza de forma opcional una torre autosoportada de 20 metros dado el poco espacio existente para poder ubicar una torre arriostrada. .

Información general:

Nombre del lugar	Repetidor Villa de Juárez
Coordenadas	25 º 38' 59,82" N 100º 22' 59.82" W
¿Existe alimentación?	Si
¿Existe acceso?	Si
¿Existe caseta?	Si
¿Existe pasamuros?	Si
Bandejas de cable	Si
Espacio disponible	No
Obra Civil	No se requiere
¿Existe Torre?	No
¿Existe espacio en la torre?	No

La disposición geográfica sería la siguiente:



En la caseta propuesta habría que alojar sólo los equipos de microondas para actuar como repetidor de la estación base de Arco Vial.

14. Cálculo de Capacidad del Sistema

La capacidad de los cálculos está basada en algunas consideraciones de los siguientes parámetros:

- Promedio de tráfico estimado por subscriptor.
- Número estimado de subscriptores por sitio, incluyendo un 20% en caso de emergencias.
- Grado del Servicio (o probabilidad de bloqueo) y el tiempo de espera pertinente.

Estos parámetros han sido supuestos en base a la experiencia de Marconi en proyectos similares y son los siguientes:

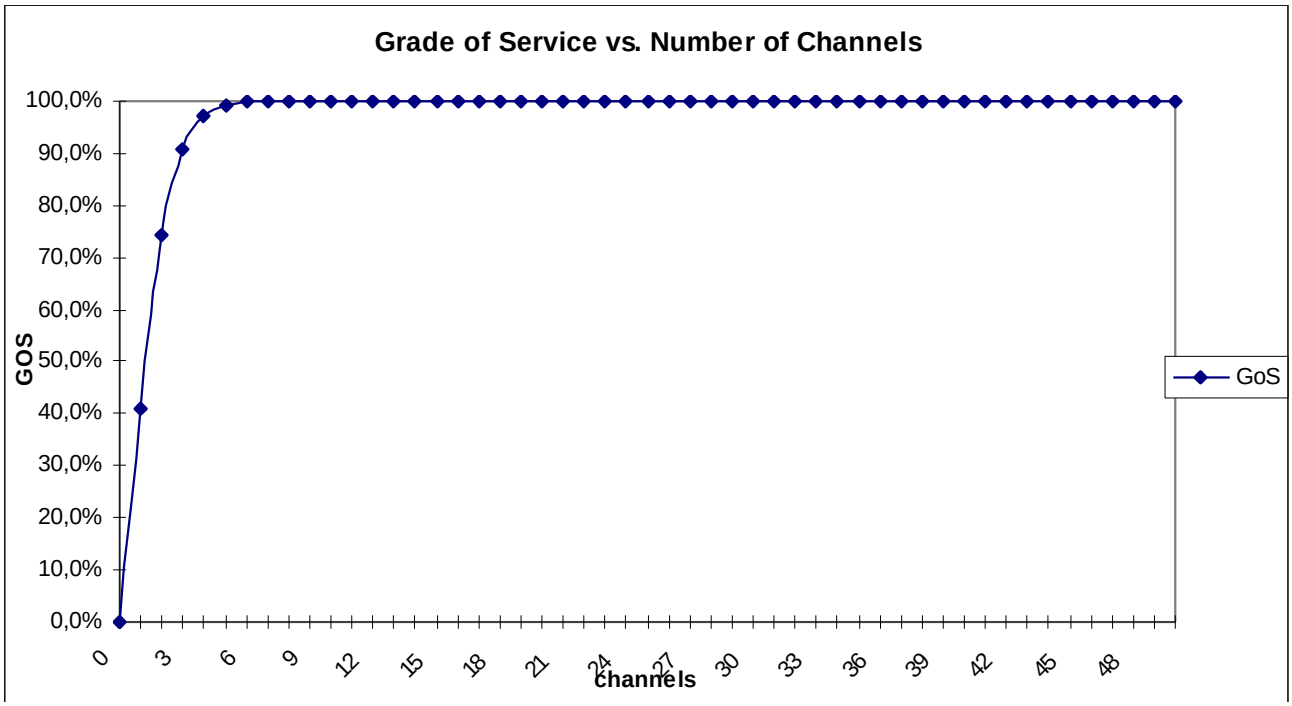
- Tráfico típico del sistema:
  - 20% de llamadas individuales.
  - 70% de llamadas de grupo.
  - 5% de llamadas de datos.
  - 10% de llamadas telefónicas.
- Duración de las llamadas 30 s y 90 s para las interconexiones telefónicas.
- Grado de servicio igual a 10%.
- Tiempo de espera de 3 sec (como se especificó en las especificaciones técnicas)

Las consideraciones hechas en la distribución del subscriptor son las siguientes:

- El número total de subscriptores es aproximadamente 900.
- Durante la hora pico el 50% de los usuarios realizarán una llamada.
- Asumimos que son distribuidos en 4 sitios con un incremento del 20% de los usuarios para emergencias.

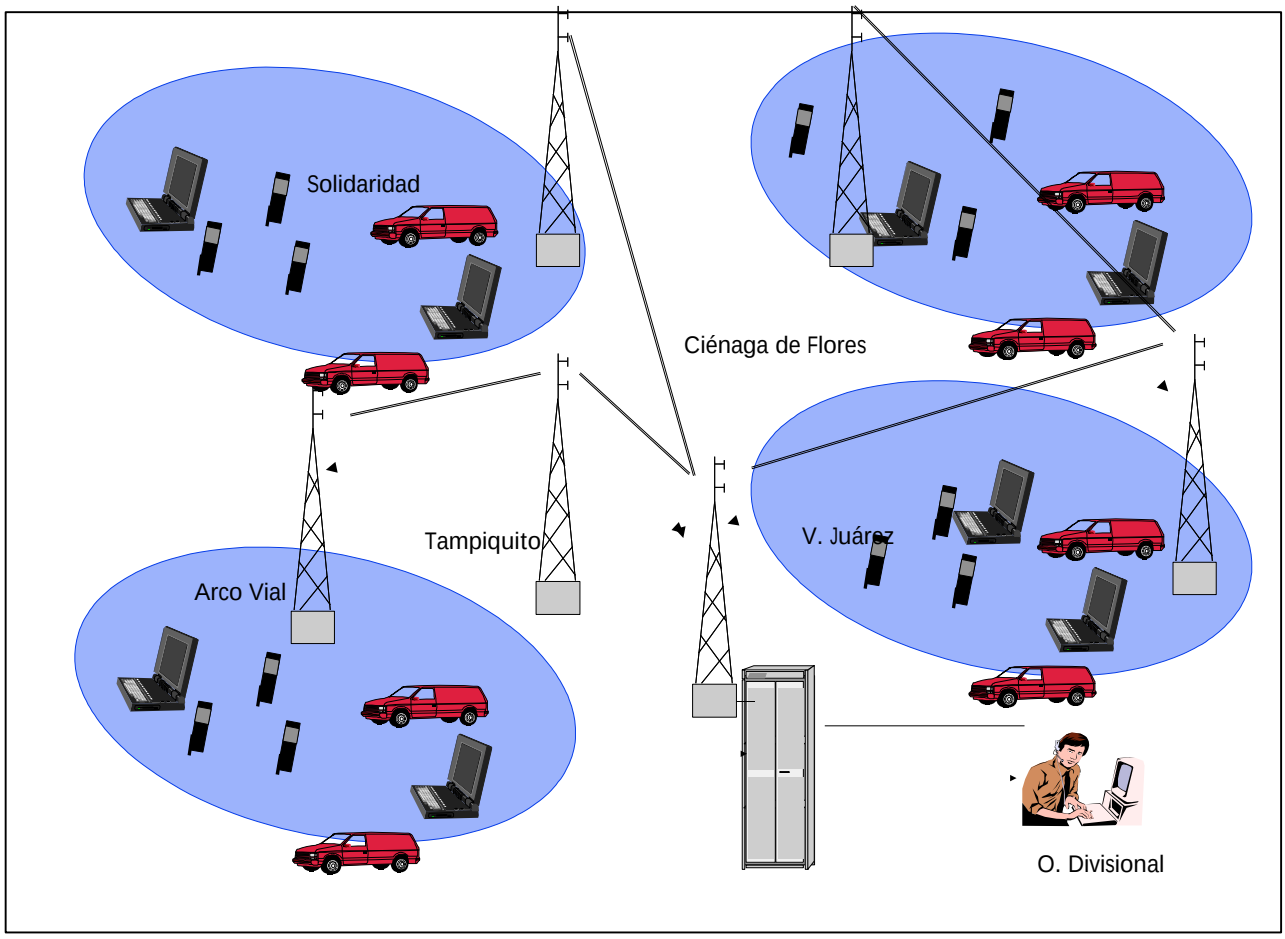
El número de usuarios que tenemos son 135 que pueden ser atendidos por tres canales de tráfico y por lo tanto por una portadora TETRA.

La siguiente tabla resume el número máximo de usuarios que pueden servirse con este perfil de tráfico:



15. Alcance

En función de los resultados del estudio radioeléctrico realizado la solución propuesta por Sainco para el sistema Trunking digital para la División Golfo Norte en 800 MHz es la siguiente:



La estructura de la red se muestra de manera sinóptica en la figura 1.

Por lo tanto en las oficinas divisionales se ubicará el controlador del sistema TETRA, pudiéndose colocar la consola de despacho en las mismas oficinas divisionales o remotamente en alguna de las otras oficinas. Las estaciones base se ubicarán en los emplazamientos Solidaridad, Ciénaga de Flores, Villa De Juárez y Arco Vial.

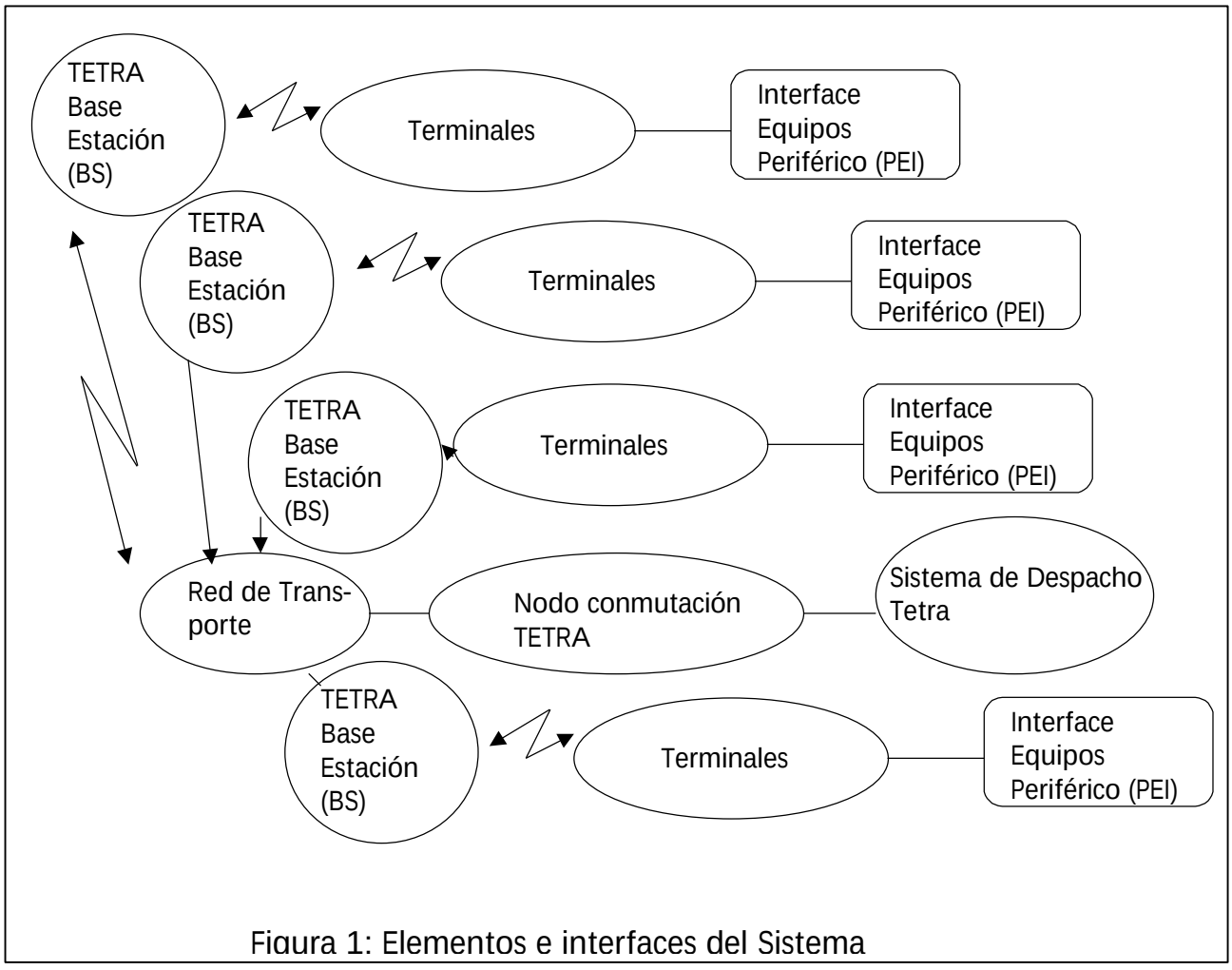


Figura 1: Elementos e interfaces del Sistema

La conexión entre las estaciones base y el centro de control Divisional se realizará a través de radio Microondas:

Enlace Oficinas Divisionales- Solidaridad: se suministra un enlace Flexihopper de 2E1 de capacidad de la marca Nokia en la banda autorizada por la Cofetel para la transmisión de datos de 14 GHz.

- Enlace Oficinas Divisionales- Villa De Juárez: se suministra un enlace Flexihopper de 2E1 de capacidad de la marca Nokia en la banda autorizada por la Cofetel para la transmisión de datos de 14 GHz.

- Enlace Oficinas Divisionales- Tampiquito: se suministra un enlace Flexihopper de 2E1 de capacidad de la marca Nokia en la banda autorizada por la Cofetel para la transmisión de datos de 14 GHz. Este enlace hará de repetidor para Arco Vial.
- Enlace Tampiquito- Arco Vial: se suministra un enlace Flexihopper de 2E1 de capacidad de la marca Nokia en la banda autorizada por la Cofetel para la transmisión de datos de 14 GHz.

Enlace Ciénaga de Flores - Villa de Juárez: se suministra un enlace Flexihopper de 2E1 de capacidad de la marca Nokia en la banda autorizada por la Cofetel para la transmisión de datos de 14 GHz. Se utiliza el enlace entre Villa de Juárez- Oficina Divisional para llegar a las Oficinas Divisionales desde Ciénaga de Flores.

De esta forma cualquier suscriptor móvil, portátil o fijo que se encuentre en el área de cobertura de la División Golfo Norte podrá comunicarse con una de las cuatro estaciones bases existentes que de forma transparente se conecta vía radioenlace con las oficinas Divisionales.

16. Alcance de Material Propuesto

Aquí se detalla todo el material propuesto para el suministro, puesta en marcha y funcionamiento del sistema requerido por CFE, para trabajar como un sistema TETRA completo.

16.1 Edificio Divisional

Un (1) Centro de Control SCN-T de la marca TETRA Elettra, que incluye:

El Nodo de Conmutación y Control (SCN), modelo SCN-T, es el elemento de la red donde la principal capacidad de conmutación e interfasamiento del sistema se encuentra localizada. Este interfasa con las BSs, las Estaciones Despachadoras y es el centro de la red.

También permite el acceso hacia las redes externas (por ejemplo PABX) y la conexión al Sistema de Administración de Red (NMS). El SCN puede conectarse a otras SCNs y/o otras sub-redes TETRA podrían ser requeridas. El SCN tiene una estructura modular con múltiples elementos de switch, para mantener una gran disponibilidad y proveer gran flexibilidad en términos de número y tipos de interfaces.

Una estrategia de canal de señalización común es usada para todas las conexiones entre los elementos de la red. La red TETRA es capaz de conmutar circuitos de 8 Kbit/s. el SCN realiza las siguientes funciones:

- Conmutación de circuito para comunicaciones de voz.
- Conmutación de circuito para comunicaciones de datos.
- Control de llamada para las comunicaciones entre las BS conectadas.
- Restablecimiento de llamada, cuando el usuario se movió de una BS a otra durante una llamada (sin manos).

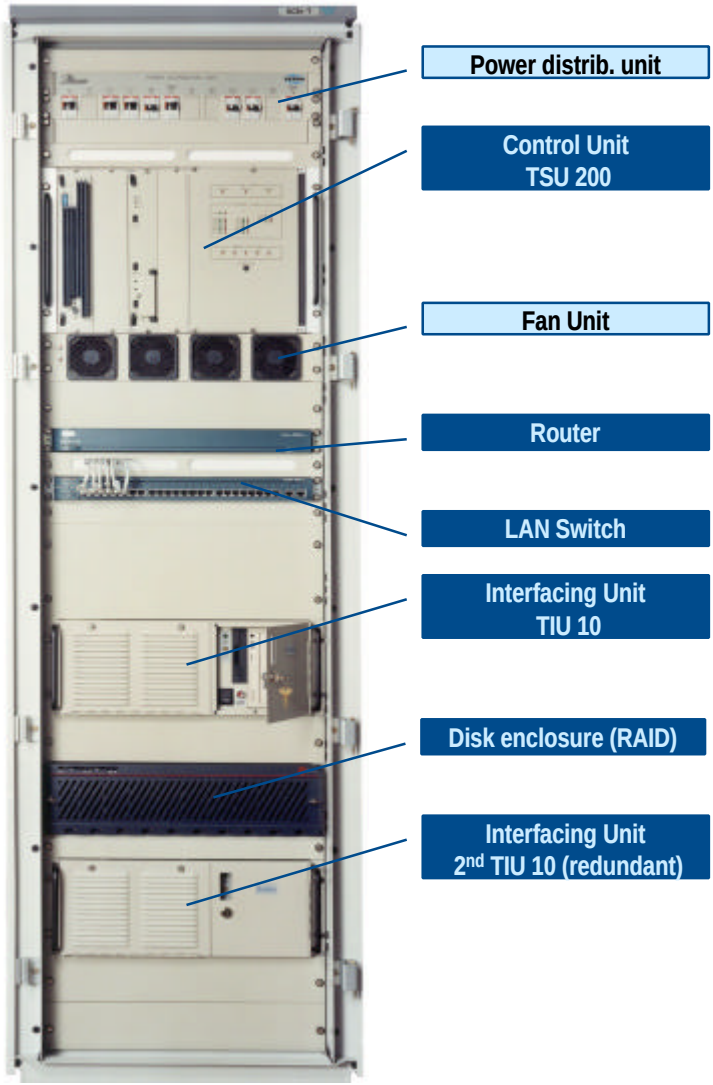
Opcionalmente el SCN-T puede ser interfasado a los siguientes sistemas externos:.

- PABX con 8 comunicaciones simultáneas sin bloqueo a través de la tarjeta Amtelco E&M 4w.
- Sistema convencional con 8 grupos a través de la tarjeta Amtelco E&M 4w.
- Administración de la Movilidad..
- Distribución de los parámetros de la interfaz aérea hacia las BS y otros SCNs.

El SCN-T cotizado contiene los siguientes módulos:

- Gabinete principal.
- Módulo TSU-2000.
- Módulo TIU-10
- Módulo Lan-Switch.
- Router.
- PDU.

El esquema del sistema sería el siguiente:



Un (1) sistema de administración de red (NMS).

El Sistema de Administración de Red (NMS), administra el sistema de red, proporcionando al Administrador de Sistema las facilidades de configuración, monitoreo y resumen de datos. El sistema propuesto permite tres operadores simultáneos.

A través del NMS las siguientes funciones pueden realizarse por un operador autorizado:

- Definir y mantener la base de datos del usuario, por ejemplo crear, editar y borrar las terminales de usuario que pueden accesar el sistema.
- Habilitar y deshabilitar las Terminales Móviles.
- Habilitar y deshabilitar grupos.
- Investigar y hacer cambios a las asignaciones de nivel de prioridad de cualquiera de las unidades del sistema. La prioridad deberá ser asignable sobre una base de ID individual, por grupo o ambas.
- Habilitar y deshabilitar canales individuales.
- Ajustar los parámetros de temporización del sistema.
- Monitorear las actividades del sitio. Los casos y alarmas pueden ser desplegados en la NMT y serán registrados simultáneamente en el disco para futuro análisis. El sistema tendrá la capacidad de identificar alarmas por orden de severidad con alertas visuales y de audio para las alarmas mayores.
- Diagnósticos remotos.
- Protección multinivel de la clave de acceso para los recursos del sistema.

El NMS ofertado realiza la funcionalidad de Administración de la Red puede estar subdividida en las siguientes áreas:

- Administración del evento (por ejemplo, la información acerca de la señal de interferencia en el canal de control común).
- Administración de la configuración (activación, desactivación de los transreceptores ....).
- Administración del subscriptor (perfil del usuario, tiempo de duración de la llamada, nivel de prioridad...)
- Administración de la seguridad.

Estas áreas aplican a todos los recursos del sistema, los cuales pueden ser de naturaleza física o lógica. Entre los recursos físicos podemos mencionar los transreceptores del radio, los switches, las interfaces eléctricas y demás, mientras que entre los recursos lógicos podemos incluir la base de datos del subscriptor, los registros de localización, el software de procesamiento de llamada, etc. en cualquier caso, ambos tipos de recursos se conocen como elementos administrados.

El NMS está diseñado para correr en plataformas estándar de hardware disponibles comercialmente bajo el sistema operativo NT.

La solución propuesta se basa en un NMS standalone; esto significa que el cliente y el servidor corren en la misma plataforma de hardware (DELL power edge de 2400 con 512 MB RAM). El NMS puede ser colocado en una posición remota usando ruteadores (incluidos en la presente oferta) y conexión WAN Más aún, otro cliente es incluido con el fin de provee un Segundo punto de interfaz al administrador.

La arquitectura del software está basada en los siguientes aspectos principales.

- Sistema operativo NT.
- Plataforma basada en componentes orientados a objetos.
- Interfaz de Máquina Humana: estándar GUI bajo Windows NT.
- Base de Datos del Subscriptor en DBMS Oracle.
- Datos de la Administración de Red almacenados en DBMS Oracle.
- Paradigma Agente-Administrador.
- Protocolo de Transporte TCP/IP.

		P/N	Q.ty
MTS-300			
NMS Server-Client			
	Computer DELL PowerEdge 2400	978-0203/02	**1**
NMS 2nd Client			
	Computer DELL PowerEdge 1300	978-0203/01	**1**
Ethernet Cables			
	NMS to Hub Connection.(m.1,5 length)	976-0121/01	**2**
NMS-ILOG Software			
	ILOG-Object Server V4.2 (1 User)	978-0217/01	**1**
	ILOG for NMS Client V4.2 (1 User)	978-0218/01	**1**
Oracle 8i Enterprise Edition V8.1.6 for Windows Nt			
	Oracle	978-0221/01	**1**
Modem			
	Computer DELL PowerEdge 1300	978-0203/01	**1**

Un(1) sistema Despachador:

El Despachador propuesto es una Estación Despachadora WAN (WDS) conectada al SCN TETRA vía un E1 de acuerdo a G.703/G.704, capaz de manejar hasta 8 conversaciones simultáneas.

Esta configuración es adecuada cuando una consola de despacho aislada es necesaria en sitio remoto o en áreas pequeñas. En este caso la solución con un servidor de cuarto de control capaz de controlar múltiples consolas de despacho no es efectiva en costo.

La WDS es una unidad basada en computadora personal con monitoreo asociado, teclado e interfaces auxiliares, situada en los cuartos de control de operaciones designados. Esto permite las comunicaciones entre un operador y otros usuarios de la red (en movimiento o estacionario) y soporta algunas funciones operacionales (llamadas en grupo, información, etc.)

El WDS es el elemento de red en el cual los operadores realizan los servicios de despacho.

El WDS ofrece un rango de servicios de voz y datos para soportar el operador en diversos escenarios operacionales.

La unidad Consola del Despachador es una Computadora Personal basada en Windows NT/200, usada para manejar llamadas, monitorear y limitar el control del sistema.

El equipo incluye:

- Computadora Personal (PC) con Monitor teclado; la PC principalmente incluye:
  - ⇨ Tarjeta para codificación/decodificación para TETRA.
  - ⇨ Tarjeta para administrar voz conectando PC con DAC.
  - ⇨ Tarjeta interfaz SCN.
  - ⇨ DAC (Consola de Audio del Despachador).
- Accesorios de Audio:
  - ⇨ Micrófono de escritorio con PTT.
  - ⇨ Kit de manos libres, basado en botón PTT de pedal y en auricular.

La unidad despachadora provee los siguientes servicios principales:

- Ser un miembro de grupos selectos.
- Hacer / recibir individual / en grupo / llamadas por radio.

- Manejar llamadas de emergencia.
- Desplegar la identificación de la parte que habla durante una llamada de grupo.
- Despachar la identificación de la parte que está llamando en una llamada individual.
- Hasta 8 comunicaciones de voz al mismo tiempo.

	P/N	Cant.
Despachador (E1) WDS-100	**TBD**	
Computadora Personal (STD Desktop) Windows NT	**978-0166/01**	1
DTI/300-SC Dialogico	**68975-42/163**	1
Tarjeta 4 VP	**771-0177/01**	1
4w E&M Amtelco	**771-0175/01**	1
DAC incluye micrófono, auricular, pedal PTT	**774-0195/01**	1

Tres (3) equipos de radiocomunicación de Microondas Flexihopper de Nokia , que incluye cada uno de ellos :

- Unidad Interior.
- Unidad exterior (1+0) de 14GHz.
- Antena 120cm, 14Ghz.
- Accesorios de instalación.

- Un (1) sistema de alimentación compuesto de los siguientes elementos:
  - Cargador: KCR 90-50. Cargador Rectificador Filtrado modelo KCR 90-50, marca MEI, totalmente automático del tipo estado sólido a base de SCR's y diodos, enfriado por convección natural. Diseñado para proporcionar alimentación al Banco de Baterías y simultáneamente al equipo conectado. Posee un circuito repartidor de carga que le permite operar en paralelo con otro o más Cargadores Rectificadores de la misma marca y modelo repartiendo la corriente de carga equitativamente. Se ensambla en gabinete metálico pintado con pintura horneada y el montaje es de piso o pared, la acometida de alimentación es por los laterales de la parte inferior. El Cargador Rectificador tiene dos regímenes de voltaje de flotación e igualación, en forma automática un circuito electrónico selecciona el cambio al régimen requerido por el Banco de Baterías, esto se controla sensando la corriente de batería, este cambio también se puede hacer con selector en forma manual. La regulación de voltaje de salida es de + 1% con variaciones en el voltaje de entrada de + 10% con

variaciones de frecuencia de + 5% y con variaciones de carga de 0 a 100%. La limitación de corriente de salida es ajustable y controlada a un límite de 10% de la corriente de salida nominal. Contiene un circuito de corte por alto voltaje que apaga el Cargador Rectificador cuando el voltaje a la salida excede de un valor preestablecido, protegiendo al Banco de Baterías y al equipo conectado al sistema. El circuito de filtraje en la salida permite obtener un rizo 32 dBrnc, cuando opera conectado al Banco de Baterías, cuya capacidad sea de cuando menos en AH/8 Hrs. 4 veces el valor de la corriente de salida.

- Batería Sellada Plomo Ácido: Banco de Baterías tipo plomo – ácido, marca Tudor Exide Europe, modelo 8 X 3/6 EAN 50, formado por 24 celdas, voltaje nominal de operación 48 VCD con capacidad de 300 A-H/8Hrs, construida a base de placas positivas Tubulares y Ensambladas en recipiente de plástico y poliestireno transparente y resistente a impactos y altas temperaturas, con dos marcas en la parte superior de cada cara, para indicar los niveles máximos y mínimos del electrolito. La gravedad especifica del electrolito es de 1.210 a 25ºC. Se surten cargadas en seco con electrolito por separado, permitiendo almacenar las celdas sin riesgo de deterioro. Voltaje mínimo de operación 42 VCD, voltaje de flotación 52 VCD y voltaje de igualación 56 VCD. Vida potencial del Banco de Baterías de 20 años en condiciones correctas de operación y mantenimiento. Se incluyen conectores intercelda, tornillos con tuerca y roldana plana tipo estándar para su instalación.

16.2 Solidaridad

Una (1) estación Base Tetra 800, de la marca Marconi, sistema Elettra, es usada para proveer la cobertura del radio, operando la interfaz de radio TETRA. La banda de frecuencia seleccionada es la de 800 MHz, en particular:

- Banda Rx de la BS: 806- 825 MHz.
- Banda Tx de la BS: 851-870 MHz.
- Espaciamiento dúplex: 45 MHz.

Se suministra para una portadora que incluye:

- Una (1) radio estación base (BS 806/870 MHz) con una portadora.
- Dos (2) antenas omnidireccionales.
- Cable y accesorios de instalación.

El sistema consta de los siguientes módulos:

Parte principal y sub-Módulos	N/P	Cant.	Notas
Gabinete cableado BS-870/2/34HE	774-0239/01	1	
Gabinete 34HE Assy	971-0157/01	1	Gabinete completo 34HE assy
Panel falso 1HE	970-1001/01	1	
Panel falso 2HE	970-0706/01	1	
Panel falso 6HE	970-0247/01	1	
Panel de cubierta del switch de la puerta frontal	970-1414/01	1	Panel falso para el switch de la puerta frontal
Ventilador inferior del Controlador de Sitio	774-0199/02	1	
Ventilador superior del Controlador de Sitio	774-0205/02	1	
Ventilador del transreceptor	774-0200/01	1	
Panel de E/S de alarma	771-0354/05	1	
Unidad de Distribución de Potencia	774-0227/02	1	
Filtro EMI Assy	774-0462/01	1	
Controlador de Sitio TSU-200	774-0052/04	1	
Chasis Assy	774-0062/04	1	Incluye plano trasero
Modulo MPU	774-0055/01	2	Fijado a ranuras: MPU0/MPU1
Modulo PSU	774-0300/01	2	Fijado a ranuras: PSU0/PSU1
Modulo ADU	774-0056/02	1	
Modulo EIU/64K	774-0059/01	2	Fijado a ranuras EIU0/EIU4
Modulo UART	774-0057/01	1	
Panel de Interconexión	970-0410/01	1	
Transreceptor Dual TTU-870	774-0071/01	1	
Chasis Assy	774-0050/01	1	
Modulo BB	774-0122/01	2	
Modulo RX	774-0124/01	2	
Modulo TX/PA	774-0123/01	2	
Modulo PSU	774-0047/01	2	
Anaquel Combinador de la Cavidad	68765-48/201	2	
Anaquel Multiacoplador Duplexor	68765-48/200	1	

Un (1) equipo de radiocomunicación de Microondas Flexihopper de Nokia , que incluye cada uno de ellos :

- Unidad Interior.

- Unidad exterior (1+0) de 14GHz.
- Antena 120cm, 14Ghz.
- Accesorios de instalación.

Un (1) sistema de alimentación, compuesto de los siguientes módulos

- Cargador: KCR 25-50: Cargador Rectificador Filtrado modelo KCR 25-50, marca MEI, totalmente automático del tipo estado sólido a base de SCR's y diodos, enfriado por convección natural. Diseñado para proporcionar alimentación al Banco de Baterías y simultáneamente al equipo conectado. Posee un circuito repartidor de carga que le permite operar en paralelo con otro o más Cargadores Rectificadores de la misma marca y modelo repartiendo la corriente de carga equitativamente. Se ensambla en gabinete metálico pintado con pintura horneada y el montaje es de piso o pared, la acometida de alimentación es por los laterales de la parte inferior. El Cargador Rectificador tiene dos regímenes de voltaje de flotación e igualación, en forma automática un circuito electrónico selecciona el cambio al régimen requerido por el Banco de Baterías, esto se controla sensando la corriente de batería, este cambio también se puede hacer con selector en forma manual. La regulación de voltaje de salida es de + 1% con variaciones en el voltaje de entrada de + 10% con variaciones de frecuencia de + 5% y con variaciones de carga de 0 a 100%. La limitación de corriente de salida es ajustable y controlada a un límite de 10% de la corriente de salida nominal. Contiene un circuito de corte por alto voltaje que apaga el Cargador Rectificador cuando el voltaje a la salida excede de un valor preestablecido, protegiendo al Banco de Baterías y al equipo conectado al sistema. El circuito de filtraje en la salida permite obtener un rizo 32 dBrnc, cuando opera conectado al Banco de Baterías, cuya capacidad sea de cuando menos en AH/8 Hrs. 4 veces el valor de la corriente de salida.
- Batería Sellada Plomo Ácido: Banco de Baterías tipo Plomo-Calcio Selladas Libres de Mantenimiento, recombinación de gases, para 48 VCD, con las siguientes especificaciones técnicas:
  - ⇨ Marca : Tudor Exide Europa
  - ⇨ Modelo : 4X OPzV (SGV) 12- 150
  - ⇨ Voltaje Nominal : 12 VCD X Celda
  - ⇨ Voltaje de Flotación : 2.25 V X C
  - ⇨ Densidad del electrólito : 1300
  - ⇨ Capacidad Nominal : 150 A-H

- ⇨ Vida Util : 20 años
- ⇨ Recipiente termoplástico retardaflama
- ⇨ Dimensiones : 204*381*350 (mm)
- ⇨ Peso : 63 Kgs.
- ⇨ Conector y Accesorios para su montaje: Rack o estante antisísmico para soportar Banco de Baterías, modelo 4 x OPzV (SGV) 12 –150, fabricado en ángulo estructural de acero, pintado con pintura anticorrosiva.

16.3 Repetidor Villa de Juárez

Una (1) estación Base Tetra 800, de la marca Marconi, sistema Elettra. Sus características son las mismas que las cotizadas para Solidaridad.

- Dos (2) equipos de radiocomunicación de Microondas Flexihopper de Nokia , que incluye cada uno de ellos :
  - Unidad Interior para Estaciones Base Tetra (TBS).
  - Unidad exterior (1+0) de 14GHz.
  - Antena 120cm, 14Ghz.
  - Accesorios de instalación.
- Sistema de alimentación de características similares a los ofertados para Solidaridad.

16.4 Ciénaga de Flores

- Una (1) estación Base Tetra 800, de la marca Marconi, sistema Elettra. Sus características son las mismas que las cotizadas para Solidaridad.
- Un (1) equipo de radiocomunicación de Microondas Flexihopper de Nokia , que incluye cada uno de ellos :
  - Unidad Interior para Estaciones Base Tetra (TBS).
  - Unidad exterior (1+0) de 14GHz.
  - Antena 120cm, 14Ghz.
  - Accesorios de instalación.
- Sistema de alimentación de características similares a los ofertados para Solidaridad.

16.5 SE Arco Vial

- Una (1) estación Base Tetra 800, de la marca Marconi, sistema Elettra. Sus características son las mismas que las cotizadas para Solidaridad.
- Un (1) equipo de radiocomunicación de Microondas Flexihopper de Nokia , que incluye cada uno de ellos :
  - Unidad Interior para Estaciones Base Tetra (TBS).
  - Unidad exterior (1+0) de 14GHz.
  - Antena 120cm, 14Ghz.
  - Accesorios de instalación.
- Sistema de alimentación de características similares a los ofertados para Solidaridad.

16.6 Repetidor Tampiquito

- Dos (2) equipos de radiocomunicación de Microondas Flexihopper de Nokia , que incluye cada uno de ellos :
  - Unidad Interior para Estaciones Base Tetra (TBS).
  - Unidad exterior (1+0) de 14GHz.
  - Antena 120cm, 14Ghz.
  - Accesorios de instalación.
- Sistema de alimentación de características similares a los ofertados para Solidaridad.

16.7 Portátiles

Se incluyen doscientos (200) portátiles THR850 Handheld 800MHz., de la marca Nokia, que es un portátil manual robusto de alta calidad indicado en el caso de uso rudo. Opera en la banda de 806-870 MHz, y es diseñado especialmente para operar en condiciones sumamente adversas con Potencia RF de salida de 1 W.

La terminal ofrece servicios de voz y datos de acuerdo al estándar TETRA.

La facilidad de los conectores del portátil permite la conexión de accesorios externos como una antena externa, accesorio del audio (como kit de manos libres) y equipo terminal de datos.

Se ha tenido especial cuidado en el diseño de la interfaz humano-máquina, para permitirle al usuario navegar a través de las funciones y condiciones puestas a través de menús. La terminal puede ser manejado fácilmente por el usuario no-experto ya que instrucciones claras se proporcionan en la pantalla del display. Incluye batería, cargador rápido y software de instalación.

16.8 Móviles

Se incluyen trescientos veinte (320) móviles serie VT de Marconi.

El propósito de las Terminales Radio para vehículos está basado en las terminales de radio Serie VT para 806-870 MHz.

Estos equipos pueden interfasar con una PC externa (no incluida en este suministro) vía la interfaz PEI (Peripherical Equipment Interfaz) para las comunicaciones de datos sobre redes TETRA: mensajes de datos, archivos de datos e imágenes.

La terminal Serie VT provee servicios de voz y datos y principalmente consiste de:

Una unidad TRX, con 10 Watt de potencia de salida RF;

Una unidad Panel de Control: Tipo vehicular (para configuración vehicular)

Antena: Tipo vehicular

Kit de audio, compuesto principalmente de un micrófono con botón PTT (pulsar para hablar) y un altavoz;

Kit de instalación: Kit vehicular (para configuración vehicular)

El Panel de Control se coloca remotamente de la Unidad de TRX (la conexión entre las dos unidades es hecha vía un cable conveniente hasta una longitud de 3 o 5 metros). La antena es tipo externa - al aire libre.

En la configuración vehicular de la estación del radio móvil, la Unidad TRX se pone en el compartimento del equipaje del automóvil y el Panel de Control se instala en el tablero de vehículo. La antena se pone fuera del automóvil.

Cada unidad contiene por tanto:

	P/N	Cant.
VT 870	**775-0176/01**	
Gateway/Repetidor VT-870	774-0167/01	1
FPG1 (Panel de Control)	774-0291/019	1
Kit de instalación para la VT-400/VT-870	771-0428/01	1
Kit de instalación DIN para el FPG1	771-0565/01	1
Altavoz	774-0139/01	1
Micrófono para carro MK1B	978-0314/01	1
Antena de 5/4 Lambda para 806-870 MHz	779-0139/01	1

Se incluye software de programación.

16.9 Estaciones fijas

Se incluyen veinte (20) radios fijas basado en la terminal móvil VT de Marconi para la banda de frecuencias de 806-870 MHz.

En ambos casos la radio fija se instala en una posición fija y está disponible en versiones para escritorio y para montaje en tablero. La radio fija proporciona servicios de voz y datos. También es capaz de proporcionar DMO (Operación en Modo Directo).

Se incluye software de programación.

Cada unidad ofertada contiene el siguiente equipamiento:

	N/P	Cant.
UNIDAD DE ESTACION RADIO FIJA STA		
Torre Mod. FT870.	775-0105/01	1
Torre FT-970	774-0172/01	1
Paquete de baterías	67853-44/004	1
Cable FT-Consola	976-0386/01	1
Cable de poder con socket US	976-0387/01	1
Conector de fuente de Poder de CD externa	67332-42/016	1
Conector tipo N para alimentador de antena	67354-08/002	1
Manual de Usuario FT-870	779-0135/01	1
Manual corto de Usuario FT-870	779-0141/01	1
Consola de escritorio	775-0102/01	1
Consola de escritorio	774-0170/01	1
Auricular para consola de escritorio	978-0306/01	1
Paquete de baterías para consola	67853-44/002	1
Micrófono de escritorio MK2000	978-0310/01	1
Cable de poder de consola con socket US	67115-04/009	1
Cable de consola PEI	976-0426/01	1
Accesorios		
Antena 806-870 MHz	TBD	1
Switch PTT de pedal	TBD	1

16.10 Consolas Remotas

Se incluyen tres (3) consolas remotas basadas en la terminal móvil VT de Marconi para la banda de frecuencias de 806-870 MHz. Estas consolas tienen la misma composición que las radios fijas pero permiten separar la consola de la parte radio hasta 1 Km de distancia.

Se incluye software de programación.

17. Alcance de Material Opcional

17.1 Partes de Repuesto

Conforme a lo indicado por CFE en la sección 9 de las especificaciones técnicas para sistema TETRA seguidamente se enlistan las partes de repuesto recomendadas para la instalación, puesta a punto, operación y mantenimiento del sistema. Dado que no se trata de partes especiales se recomienda que este stock de refacciones sea mantenido por CFE durante el periodo de garantía.

Dentro de la propuesta económica y como opción para CFE se cotiza el lote de refacciones recomendado detallado a continuación. Quedará bajo responsabilidad de CFE la adquisición de estos suministros opcionales

Partes de repuesto TETRA para 2 años

	PARTE	Descripción	Cant.	MTBF
1.	SCN-T			
1.1		E-1 120 I/O Redundante	1	495.500
1.2		Ex Embedded Host	1	122.600
1.3		Ex Embedded Host I/O	1	150.000
1.4		EX/CPU2000	1	242.650
1.5		EX/CPU2000 I/O	1	148.000
1.6		ISA DTI/300SC-75	1	150.000
1.7		PC Rack 19" 4U (TIU-10)	1	90.000
1.8		Interruptor termo-magnético de 10 A	1	588.000
1.9		Interruptor termo-magnético de 16 A	1	588.000
1.10		Interruptor termo-magnético de 6 A	1	588.000

	PARTE Descripción	Cant.	MTBF
1.11	Interruptor termo-magnético de 25 A	1	588.000
1.12	Interruptor termo-magnético de 40 A	1	588.000
1.13	Switching Hub AT-D8224-XL	1	124.000
2.	Estación Base		
2.1	SCN-T ADU	1	528.000
2.2	Modulo de fuente de alimentación TRX TETRA	1	372.000
2.3	Modulo backplane TRX TETRA	1	1.100.000
2.4	Controlador de Sitio PSU	1	491.000
2.5	Unidad Multiprocesador SC	1	113.000
2.6	Modulo ampliado Banda Base	1	484.000
2.7	Modulo TX-PA 800	1	171.500
2.8	Modulo RX-DIV 800	1	393.000
2.9	TRX redundant fan sub-rack unit	1	400.000
3.	Despachador WAN		
3.1	Altavoz	1	1.000.000
3.2	Fuente de poder de escritorio	1	200.000
3.3	Consola PRINCIPAL DAC	1	400.000
3.4	PC desktop NT	1	50.000
3.6	ISA AMT-4W/E&M	1	150.000
4.	THR850		

PARTE	Descripción	Cant.	MTBF
4.1	THR850 Handheld 800MHz., de la marca Nokia	2	50.000
4.2	Cargador de baterías de dos ranuras	2	150.000
5.	FT-VT 870		
5.1	Terminal de administración FPG1	4	290.700
5.2	Unidad Radio R/T 806-870	7	42.100
5.3	Altavoz vehicular	2	1.000.000
5.4	Tarjeta frontal (LEDS) FT	2	400.000
5.5	Tarjeta trasera (interconexiones) FT	2	450.000
5.6	Tarjeta trasera de la Consola	2	300.000
5.7	Unidad de la fuente de alimentación de 300 W	2	253.000
5.8	Unidad de la fuente de alimentación de 60 W	2	444.000
5.9	ventilador	2	80.000
5.10	Micrófono Vehicular	10	75.000
5.11	Antena VT870	10	48.000
5.12	Batería de estación fija	2	70.000
5.13	Batería de Consola	3	13.200
5.14	Auricular para estación fija	2	165.000
5.15	Micrófono para estación fija	2	198.000

Además de lo anteriormente citado también se incluyen tarjetas de refacciones para el sistema Flexihopper.

17.2 Equipamiento para Medición y Pruebas

Se proponen los equipos de prueba siguientes para las actividades de campo, como opción:

Un (1) set de prueba ifr 2968.

Un (1) osciloscopio digital hp 54610b.

Un (1) wattimetro/rosmetro rs mod.525 mHz.

Un (1) acoplador direccional bird 4275.

Un (1) multimetro digital fluke 75.

Un (1) PC laptop (para ser configurada como terminal de la estación base).

Un (1) analizador de protocolos radcom rc-100 wl.

Un (1) estuche de herramientas.

Un (1) herramienta especial.

Un (1) ext. de tarjetas, cables, conectores rf.

Un (1) paquete de sw y dispositivo de interfaz para usarse como kit de programación para dispositivos Tetra.

17.3 Interfaz con PABX

La interfaz con un PABX analógico puede llevarse a cabo a través del uso de tarjetas convenientes para ser integrado en le nodo de Control y Conmutación en la TIU-10.

Se requiere que haya 40 usuarios autorizados para usar este servicio y seis comunicaciones simultáneas. Con una tarjeta se soportan 8 comunicaciones simultáneas.

La configuración necesitada consiste en las siguientes tarjetas:

I/F A SISTEMA PABX DE CFE	**Cant.**	**N/P**
Tarjeta VPCARD 4 DSP	1	771-0177/01
Amtelco 4w E&M	1	771-0175/01

La tarjeta E&M I/F de 4 hilos es una tarjeta basada en SCbus que proporciona la capacidad de interfasar la TIU-10 TETRA con dispositivos analógicos que requieren señalización E&M.

Hasta 8 puertos E&M de 4-Hilos pueden ser soportados por esta tarjeta. Esta tarjeta también es compatible con una gama amplia de estándares telefónicos (DC5 I/F, AC15, etc.) y también puede usarse como una tarjeta telefónica común de 8 puertos. Por consiguiente, también es conveniente para interfasar con otros dispositivos analógicos, como PABX, etc. Todos los 8 puertos disponibles en la tarjeta E&M I/F de 4-Hilos pueden configurarse para cuatro-hilos o dos-hilos y para señalización Tipo I o Tipo V vía colocación de puentes.

El Procesador de Control en la tarjeta proporciona inteligencia local. Esta tarjeta coordina actividades como contestar mensajes desde el bus PC-AT y detectar la actividad en sus puertos. La temporización y la señalización son realizadas por el procesador en la tarjeta sin necesidad de la intervención de la PC del Host.

La tarjeta E&M I/F de 4 Hilos esta provista de un Procesador de Señal Digital que proporciona varios facilidades de señalización. Soporta señalización de direccionamiento de marcaje por pulsos o DTMF en llamadas salientes y entrantes. Además, una variedad de protocolos de señalización para direccionamiento como inicio inmediato, retardo de marcaje, e inicio de parpadeo es soportado automáticamente por la tarjeta en cualquier dirección. Las funciones de DSP son independientes y pueden usarse simultáneamente.

17.4 Interfaz con Sistema Convencional

La red TETRA soporta interfasarse a sistemas de radio móviles convencionales usando una interfaz especial que habilita la conexión entre los Grupos que hablan en la red TETRA y un canal abierto del sistema de radio móvil convencional.

Usuarios de sistemas convencionales de radio móvil de canal abierto pueden hablar con y pueden escuchar a usuarios de Grupos hablando designados.

Las demandas de acceso a la red (solicitudes PTT) desde TETRA y usuarios de sistemas convencionales se manejan de acuerdo con el orden en que son recibidas.

Una facilidad de conexión lógica virtual entre un Grupo de Habla del Sistema y un canal convencional se proporciona para empatar un Grupo de Habla TETRA a un canal convencional.

Esta conexión lógica se configura a nivel del SCN y puesto en fábrica.

La interfaz ofrecida es basada en un tono de señalización de 4 hilos o E&M de 4 hilos o una mezcla de ellos con 600 ohms de impedancia balanceada.

Esto se esencialmente desarrollado a través de un par de tarjetas que son integradas en las TIU-10 del Nodo de Control y Conmutación y obviamente la prueba pertinente de funcionalidad.

Las tarjetas E&M I/F 4-Hilos es una tarjeta basada en SCbus que proporciona la capacidad de interfasar la TIU-10 TETRA con dispositivos analógicos que requieren señalización E&M.

Los puertos E&M son a menudo usados como un enlace a periféricos tales como los transmisores y receptores de radio, que pertenecen a los sistemas de telecomunicaciones analógicos, que serán enlazados a la red TETRA.

I/F PARA SISTEMA ONVENCIONAL	**Cant.**	**N/P**
Tarjeta VPCARD 4 DSP	1	771-0177/01
Amtelco 4w E&M	1	771-0175/01

17.5 Infraestructura Requerida

Debido a que los emplazamientos empleados ya pertenecen a CFE y están acondicionados para su uso los requerimientos de infraestructura son mínimos.

De esta forma las casetas para alojar los equipos de comunicaciones pertenecen a CFE y se alojarán en su interior los equipos.

Sin embargo se han cotizado las torres requeridas para el proyecto ante la indicación de CFE de que no existían torres en los emplazamientos seleccionados o no se recomendaba su uso.

Las torres cotizadas han sido las siguientes:

Arriostradas de 20 m: Tres (3) torres. Para Solidaridad, Oficinas Divisionales y Arco Vial.

Arriostradas de 40 m: Dos (2) torres. Para Ciénaga de Flores y Villa de Juárez.

Autosoportada de 20 m: Una (1) torre. Para Tampiquito se cotiza una torre autosoportada al no haber espacio para los vientos de una arriostrada.

18. Alcance de Servicios Propuestos

Los servicios que se recogen en este proyecto son los siguientes:

- Replanteo de los subsistemas: Esta fase tiene por objeto reunir toda la información relacionada con los sitios en donde los equipos van a ser instalados y básicamente consolida la siguiente información:
  - Ajuste fino de materiales tales como cables, conectores, accesorios de instalación.
  - Ajuste del cronograma de ejecución basado en las condiciones de acceso a los sitios, los tiempos de viaje a los mismos, estado de las instalaciones y lugares por donde se realizará el tendido de la fibra óptica, etc.
  - Determinación de las facilidades existentes en los sitios del proyecto, tales como: energía, iluminación, sistemas de tierra, etc.
  - Relevamiento y documentación de la traza del enlace.
  - Relevamiento y documentación de las estaciones incluyendo salas y mástiles. Estudio de las instalaciones existentes y lugares por donde se realizarán los tendidos, para determinar posibles complicaciones técnicas para la realización del mismo y poder solventarlas por anticipado

Toda la información recolectada en el survey será presentada en un documento. Como resultado del survey, podrían someterse ajustes al contrato, si es necesario incluir bienes y/o servicios adicionales a los ofrecidos en nuestra oferta, las cuales son el marco de referencia de la misma.

Cálculo de radio enlaces y diseño del sistema de antenas. Análisis de factibilidad para cada uno de los enlaces de radio y estudio de cobertura de las radiobases del sistema trunking. Balance de potencia de los enlaces. Realización de un estudio y medición de posibles señales interferentes en las bandas de radiofrecuencia preseleccionadas en la ingeniería básica y autorizadas por el Ministerio de Comunicaciones.

- Ingeniería y pruebas en fábrica de los subsistemas ofertados: Esta fase tiene como propósito la planificación, programación, coordinación y control de todas las actividades del contrato. Definir y consolidar toda la información que se requiere para el diseño, la instalación, pruebas y puesta en marcha, así como también la documentación del proyecto, para que soporte el mantenimiento y futuras expansiones del mismo. Esta fase incluye:
  - Reuniones con el cliente: Con éstas se pretende definir todos los aspectos relacionados con los servicios a ser prestados por la red de comunicaciones: interface con otros sistemas, relaciones de tráfico, configuración de la red, supervisión.

- Diagramas en Bloques: Con éstos se pretende obtener información rápida del proyecto, y de su interrelación con otros sistemas, sin entrar en los detalles del mismo. Se generan dos tipos de diagramas en bloques: del Sistema y de los Servicios que presta el Sistema.
- Apariencia de Equipos: Con éste se pretende mostrar los detalles mecánicos de los equipos, así como también detalles acerca del equipamiento de cada subastidor y bastidor.
- Arreglo de equipos: Con éste se pretende mostrar el detalle de los equipos en sus respectivos salones de instalación, mostrando detalles dimensionales.
- Plan de pruebas: Define la estrategia y protocolos de prueba para cada uno de los nodos y el sistema mismo.
- Cálculos de radio frecuencia: En este documento se consignan los cálculos de potencia de los enlaces de radio frecuencia, para cada uno de los enlaces que componen el sistema.
- Alambrado entre equipos: Permite visualizar la relación entre diferentes equipos, con el propósito de dimensionar cables de interconexión entre equipos.
- Libretas de conexionado de los distribuidores eléctricos.

La programación general para la ejecución de todas las actividades mencionadas anteriormente será sometida a la aprobación de la Inspección Técnica de la Obra (I.T.O.). Esta programación estará constituida por un diagrama de barras (Carta Gantt) y un programa de desembolsos. Adicionalmente, se entregará un informe mensual de avance para llevar un adecuado control de las actividades del contrato.

Supervisión de la instalación de los equipos terminales fijos, móviles y portátiles. El personal de CFE realizará la instalación de los equipos terminales fijos, móviles y portátiles bajo la supervisión de Sainco, para lo cual el personal de Sainco instalará las primeras 3 unidades y a partir ofrecerá asesoramiento y apoyo al personal de CFE para la instalación de dichos terminales.

Instalación y pruebas del centro de control, despacho, sistema de gestión, enlaces microondas, estaciones base repetidoras y sistemas de alimentación. Para esta fase se pondrá a disposición del proyecto el recurso humano, vehículos, herramientas y la instrumentación especializada para la pruebas y puesta en marcha del sistema. Para garantizar el éxito del proyecto, la ejecución de los trabajos de instalación, pruebas y puesta en marcha se realizará en las siguientes etapas bien definidas:

- Fase I Infraestructura. En esta fase se realizarán los trabajos de montaje de soportes de antena de radio, sistema de tierra y cableado
- Fase II Montaje mecánico. En esta fase se instalarán todos los equipos en los salones del proyecto, con todas sus interfaces equipadas, alambradas hasta el distribuidor de señal eléctrica. Esta fase se da

por terminada cuando al energizar los equipos no presenten ningún error. Para poder dar inicio a esta fase, se requiere que los salones en donde los equipos van a ser instalados estén listos, con la alimentación y con sistemas de tierra.

- Fase III Pre-Prueba. En esta fase se conectarán todos los equipos. Esta fase termina cuando los equipos estén libre de errores.
- Fase IV Pruebas. En esta fase se hacen pruebas nodo a nodo, es decir se prueban, una por una todas las secciones del proyecto. Esta fase termina cuando todas las secciones estén libres de errores.
- Fase V Integración. En esta fase se prueba el sistema como un todo, y es en ésta cuando se integra el sistema de gestión al sistema de transmisión. Las pruebas realizadas en esta fase, no están concentradas en una estación o sección particular del sistema, sino en el sistema visto como un todo.

Capacitación. Se han incluido un curso de capacitación por Subsistema para un máximo de 10 asistentes.

- Garantía: Dos (2) años de garantía del equipamiento proporcionado según el plan de Garantía indicado.

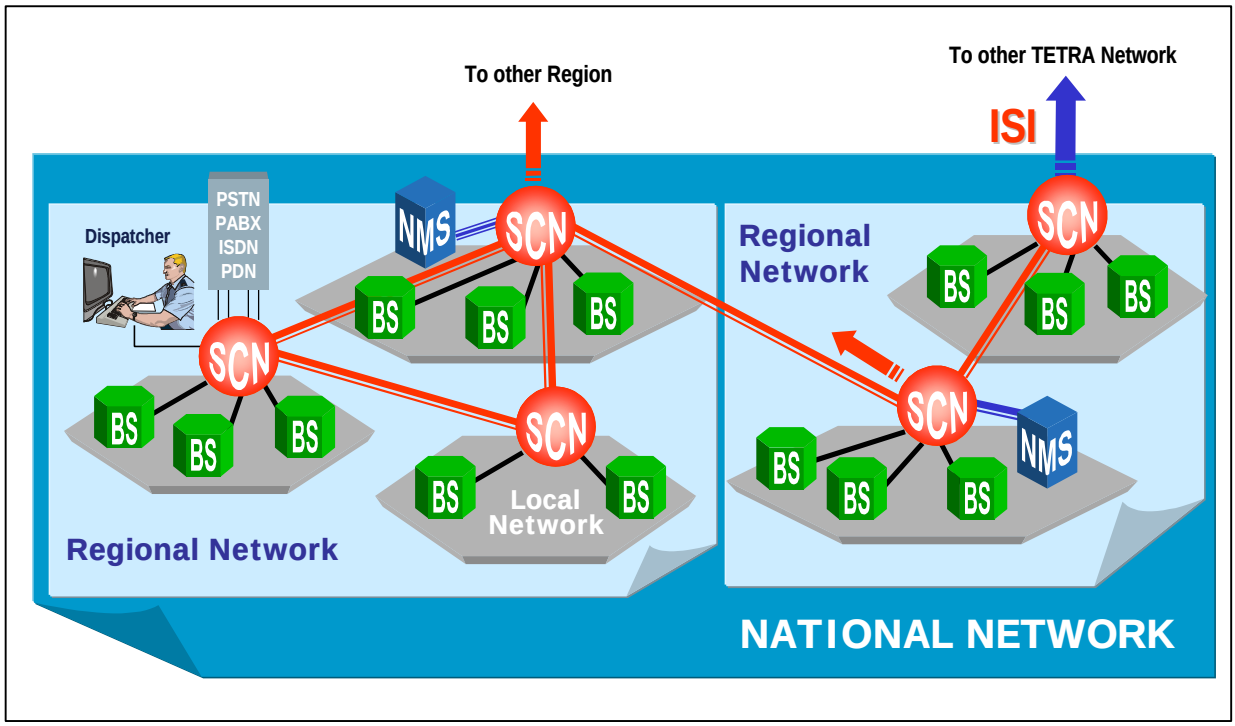
- Tramitación y gestiones de permisos: Sainco se ofrece para la realización los cálculos de los radioenlaces y estudios pertinentes pero los trámites necesarios, para la legalización de las frecuencias de radio, registro y legalización de la red de comunicaciones serán por cuenta de CFE.

19. Capacidad de Crecimiento del Sistema

El sistema propuesto se apega a la definición del sistema TETRA (recogido en las especificaciones técnicas particulares, publicado por CFE, apartado 5) y se clasificaría en la definición de sistema local, con un controlador que puede trabajar con un mínimo de una estación base y cubrir 12 estaciones base en conexión directa, llegándose a conectar a través de multiplexores hasta 20 estaciones base.

De forma modular la red puede a través de la unión de dos sistemas locales convertirse en un sistema de área amplia con una capacidad de gestión de hasta 24 estaciones bases en comunicación directa con el centro de control.

Así mismo el sistema permite un crecimiento a super-área amplia en la cual se unen dos sistemas de área amplia para formar una red de super-área amplia con mínimo cuatro controladores y una capacidad de cuatros estaciones base como mínimo y hasta 48 estaciones base repetidoras en conexión directa, cumpliendo por tanto con lo requerido por CFE en el documento de especificaciones particulares y lo indicado en la Junta de aclaraciones de un mínimo de cuatro y un máximo de 15 para cuando crezca a Superárea-amplia.



20. Conclusiones

Hemos visto la solución presentada por Sainco para el sistema de comunicación Trunking en la banda de 800 MHz según el estándar TETRA en la ciudad de Monterrey, Mexico.

Aspectos importantes que han sido tenidos en cuenta en esta solución son:

- La peculiar orografía del terreno, que ha determinado qué enlaces de microondas eran válidos y cuáles eran inviables..
- Los criterios de calidad tanto para el servicio fijo como para el móvil, decisivos a la hora de determinar el número de estaciones base que aseguraran la cobertura.
- Las prestaciones de los equipos elegidos, que han cumplido 100% con las especificaciones solicitadas al mismo tiempo que mantenían un precio competitivo.
- La futura expansión del sistema, para lo cual se ha diseñado un sistema modular con capacidad de crecimiento.

Por todos estos factores consideramos que la propuesta presentada es la que más se ajusta a las necesidades de Comisión Federal de Electricidad para este proyecto.

21. Bibliografía

- Transmisión por Radio. José María Hernando Rábanos. Editorial Centro de Estudios Ramón Areces. Segunda Edición, 1995.
- www.marconi.com
- www.omnilogic.es
- www.nokia.es
- www.pathloss.com/p4