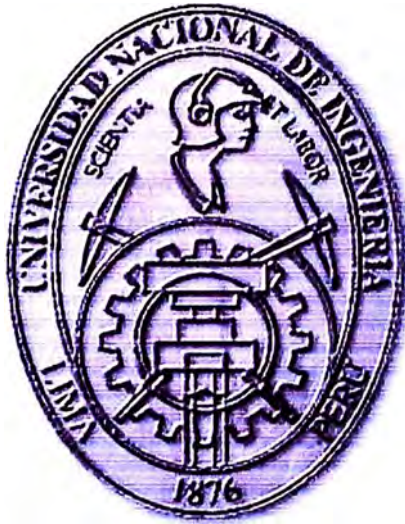


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



**DISEÑO DEL PROYECTO DE DESARROLLO Y APLICACIÓN DE
TELEFONIA CELULAR GSM PARA ZONAS RURALES**

INFORME DE INGENIERIA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO ELECTRONICO

PRESENTADO POR:

TITO ESPINOZA OLIVAS

PROMOCIÓN

1989-II

LIMA – PERÚ

2007

**DISEÑO DEL PROYECTO DE DESARROLLO Y APLICACIÓN DE TELEFONIA
CELULAR GSM PARA ZONAS RURALES**

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a Dios,
mi esposa, mis hijos y mis padres
por brindarme su apoyo constante
durante mi desarrollo profesional.

SUMARIO

El presente Informe de Titulación por Competencia Profesional presenta de forma amplia y detallada todos los procesos técnicos y legales que se encuentran involucrados en la planificación, desarrollo, implementación y puesta en servicio de una Estación Base Celular GSM en una zona rural, por parte de la Empresa Telefónica Móviles del Perú.

La Estación Base Celular rural elegida es la denominada Huanta, debido a que es una de las primeras celdas que la Empresa Telefónica Móviles desarrolla como parte del programa de obras del año 2005 de expansión rural y donde tuve la oportunidad de participar en todo el proceso de su implementación.

El informe detalla la planificación y el dimensionado en gabinete de una futura estación y la cobertura de servicio celular a brindar, luego se tiene lo referente al trabajo de campo a desarrollar para después con los datos obtenidos realizar el diseño del proyecto de ingeniería, donde se redimensiona y corrige lo planificado, paralelamente se realiza el saneamiento legal del emplazamiento para luego ejecutar la implementación de las obras civiles y eléctricas requeridas así como la instalación de los equipos que forman parte del sistema. Posteriormente se explica la puesta en operación y la optimización del servicio que prestará la nueva celda o estación celular.

Para este proyecto se requiere la intervención de profesionales de diversas áreas dentro de la organización del operador a fin de que la Estación Base quede totalmente operativo y saneado legalmente.

En este trabajo se usaron diversas fuentes de información, como son: Internet, consulta a libros, manuales de equipos, publicaciones con estudios relativos al tema, etc. A fin de entender, complementar y poder explicar fundamentos básicos de la arquitectura y del funcionamiento de la red GSM.

INDICE	Pag.
INTRODUCCION	1
CAPITULO I: FUNDAMENTOS TEORICOS	5
1.1 Breve reseña histórica.	5
1.2 Descripción del sistema celular.	8
1.3 Tipos de células.	9
1.4 Arquitectura de una red GSM.	10
1.4.1 La Estación Móvil o Mobile Station (MS)	10
1.4.2 La Estación Base o Base Station Subsystem (BSS)	10
1.4.3 El Subsistema de Conmutación y Red o Network and Switching Subsystem (NSS)	11
1.4.4 Los Subsistemas de soporte y Operación u Operation and Support Subsystem (OSS).	12
1.5 Roaming y Handover.	12
1.6 GSM y radio enlaces.	13
1.7 Conceptos de redes PLMN-GSM.	14
1.8 Servicios proporcionados por la red GSM.	15
1.9 Relación de la red GSM con otras redes.	16
1.9.1 Conexiones y accesos de red.	16
1.9.2 Interfuncionamiento con otras redes.	17
1.9.3 Jerarquía y numeración en la red GSM.	17
CAPITULO II: PLANIFICACION Y DIMENSIONADO	20
2.1 Requerimientos para el diseño del proyecto.	20
2.1.1 Estudio y análisis de tráfico.	23
a) Modelos de tráfico.	23

2.1.2 Estudio y análisis de la cobertura.	26
a) Dimensionado y estimación del numero de estaciones base.	29
b) Dimensionado y estimación del numero de repetidoras.	41
c) Análisis económico-financiero.	42
2.2 Aspectos legales y de factibilidad del proyecto.	45
2.2.1 Estudio y análisis de factibilidad.	45
a) Factibilidad técnica (Fortalezas y debilidades técnicas)	45
b) Factibilidad organizativa (fortalezas y debilidades organizativas)	46
c) Factibilidad económica (Fortalezas y debilidades económicas)	47
d) Factibilidad contextual (oportunidades y amenazas del entorno)	49
2.2.2 Evaluación legal y de reglamentación.	50
2.2.3 Evaluación de impacto ambiental y contaminación.	51
a) Estructura del estudio de impacto ambiental.	52

CAPITULO III: PROCEDIMIENTOS PARA EL DISEÑO DE INGENIERIA DEL PROYECTO

	54
3.1 Visión top-down del proyecto.	54
3.2 Determinación y desarrollo del punto cero.	55
3.2.1 Descripción de la zona.	55
3.2.2 Equipamiento empleado.	58
3.2.3 Procedimiento de trabajo.	58
3.2.4 Estudio de campo.	60
3.2.5 Pruebas realizadas.	62
3.2.6 Mediciones de señal por sector.	63
3.2.7 Drive Test del punto cero Huanta.	74
3.3 Ubicación de estaciones base	76
3.3.1 Procedimiento de búsqueda de ubicaciones.	76
3.3.2 Desarrollo de la búsqueda de ubicaciones.	78
3.3.3 Esquema del procedimiento de búsqueda de ubicaciones.	80
3.3.4 Presentación de datos sobre la ubicación seleccionada.	82
3.4 Procedimientos de Saneamiento Legal del emplazamiento elegido.	84
3.4.1 Individualización del propietario.	85
3.4.2 Estudio de títulos.	86

3.4.3 Trámite de licencia ante la municipalidad para la instalación de la EB.	88
3.4.4 Trámite de certificado de inexistencia de restos arqueológicos ante el Instituto Nacional de Cultura (INC).	88
3.4.5 Trámite de afectación en uso ante la Superintendencia de Bienes Nacionales (SBN).	90
3.4.6 Trámite de autorización de obra ante el Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA).	90
3.5 Elaboración del Proyecto de Ingeniería de la Estación Base.	92
3.5.1 Levantamiento topográfico y estudio de suelos.	92
3.5.2 Especificaciones para presentación de los planos de Arquitectura del proyecto.	94
3.5.3 Especificaciones para presentación de los planos de Estructura del proyecto.	95
3.5.4 Instalaciones eléctricas y obras civiles.	96
3.5.5 Diseño de la Acometida Eléctrica.	96
3.5.6 Dimensionado y selección de equipos de energía.	98
3.5.7 Dimensionado y selección de equipos de RF y sistema radiante de la Estación Base.	103

CAPITULO IV: PROCEDIMIENTOS DE IMPLEMENTACION, OPTIMIZACION Y PRUEBAS OPERATIVAS DEL PROYECTO

	106
4.1 Ingeniería de obra civil e instalaciones eléctricas.	106
4.1.1 Ingeniería de obra civil.	106
4.1.2 Instalaciones eléctricas.	116
4.2 Instalación, configuración y pruebas de operación de equipos de fuerza, RF y sistema radiante.	125
4.2.1 Equipos de fuerza.	125
a) Característica del Equipo de Fuerza.	125
b) Sistema de supervisión.	125
c) Unidad de conexión de baterías y desconexión por baja tensión (BCCU).	127
4.2.2 Equipos de RF.	134
a) Verificación de la instalación de Equipos RF-GSM	134
b) Pruebas fuera de línea (off line).	136
c) Prueba del detector de VSWR.	139

d) Prueba de reconfiguración del BCCH.	140
4.2.3 Sistema radiante.	143
a) Medidas del sistema radiante.	146
b) Verificación de las mediciones de atenuación de cable alimentador.	147
c) Verificación del VSWR o pérdidas de retorno del cable.	153
d) VSWR de todo el sistema (Antena+cable).	154
4.3 Pruebas operativas de llamadas entrantes/salientes/handover.	156
4.4 Verificación y pruebas de cobertura de diseño.	163
4.5 Verificación y pruebas de operatividad del sistema.	165
4.5.1 Cartilla para la entrega de obras.	173
4.5.2 Flujograma de levantamiento de reparos.	173
4.5.3 Protocolo de aceptación de obra Huanta.	173

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

ANEXOS

- A1. Cartillas para entrega de obra.
- A2. Flujograma de levantamiento de reparos.
- A3. Protocolo de aceptación de obra Huanta.
- A4. Arquitectura del sistema GSM/GPRS
- A5. Esquema general del sistema.
- A6. Planos del Proyecto

BIBLIOGRAFIA

- (1) <http://agamenon.uniandes.edu.co/>,
<http://www.info-ab.uclm.es/asignaturas/>
- (2) Joachim Tisal “La Red GSM”
Paraninfo Thomson Learning – Dunod, Paris 1999
- (3) Nokia Networks Oy “System Training Introduccion to GSM “
Nokia Corporation – TC Finland 2002
- (4) Mónica Gorricho Moreno/Juan Luis Gorricho Moreno “Comunicaciones Móviles”
Edicions UPC – Barcelona 2002

INTRODUCCION

Históricamente, la evolución tecnológica ha sido un proceso muy veloz. La extendida adopción de la telefonía por el mercado, la creciente competencia entre los proveedores y las economías de escala en el campo de la manufactura, se han unido para reducir drásticamente los costos y acelerar la expansión de la tecnología. La industria de las telecomunicaciones móviles celulares constituye uno de los mejores ejemplos en este sentido con un rápido incremento de abonados en todo el mundo, de 16 millones que se tenía en 1991 se llegó a 2.171 millones de usuario a finales del año 2005, de los cuales unos 809.9 millones viven en los países industrializados, mientras que 1.174 millones vivían en el mundo subdesarrollado, donde sólo 239.5 millones en América Latina y 134.9 en África.

De acuerdo a éstas cifras, el número de usuarios en el mundo aumentó a razón de 23,5 por ciento llegando a una penetración de la telefonía móvil del 33,6 por ciento, duplicando a la penetración mundial de Internet, que está en 15,6 por ciento

En el continente europeo, tienen al menos a ocho de cada diez habitantes con teléfono móvil. En América del Norte la situación es muy diferente ya que en Canadá la media es de cinco de cada diez y en los Estados Unidos es de 6,7 en términos absolutos, la zona geográfica con más personas utilizando celulares es Asia la que concentra el 40 por ciento del total.

Las investigaciones privadas proyectaron que al final del año 2006 podría haber en el mundo más de 2.600 millones de usuarios de telefonía móvil

Las telecomunicaciones en el Perú al igual que en otros países latinoamericanos, se encuentran también inmersos en éste proceso de rápido crecimiento tanto por la ampliación de la cobertura de los servicios celulares como por el surgimiento de nuevos servicios. Este dinamismo ha sido posible gracias a la iniciativa privada, la que confiando en la estabilidad política y económica del país así como en las reglas de juego del sector, han realizado un gran esfuerzo de inversión.

También el estado interviene a través de OSIPTEL en la promoción de la Expansión del servicio de telefonía celular especialmente en las áreas rurales a fin de superar o atenuar las fallas de mercado que están limitando la expansión de dicha red en todo el territorio nacional, para ello impulsa la participación del sector privado en la prestación de los servicios de telecomunicaciones en áreas rurales y en lugares de preferente interés social, considerando a poblaciones ubicados en la configuración geográfica de los denominados corredores económicos y que cuentan con alguna infraestructura de telecomunicaciones instaladas en áreas urbanas cercanas.

Los corredores económicos son espacios geográficos continuos formados a partir de la confluencia de varios elementos como la localización de recursos naturales y factores de producción, la disponibilidad de vías de comunicación, ríos y cuencas, etc. que derivan en la concentración de la población y de las actividades económicas, sociales, políticas y culturales a lo largo de un eje central, al cual confluyen conglomerados económicos y demográficos de menor tamaño en una relación de interdependencia continua.

Se ha considerado en general como corredores a las siguientes agrupaciones o zonas económicas:

- Corredor Tumbes - Pampas de Hospital
- Corredor Sullana – Miramar
- Corredor Sullana - Las Lomas - Buenos Aires
- Corredor San Ignacio – Yurimaguas
- Corredor Yurimaguas - Nauta – Indiana
- Corredor Contamana - Pucallpa – Campoverde
- Corredor Huallanca - Tingo Maria
- Corredor Chimbote - Caraz
- Corredor Chiclayo - Cajamarca Sur
- Corredor Trujillo - Santiago de Chuco
- Corredor Cerro de Pasco – Junin
- Corredor Satipo – Atalaya
- Corredor Arequipa - El Pedregal
- Corredor Lucanas – Pausa
- Corredor San Miguel – Pichari
- Corredor Chuquibambilla-Urcos-Ilave.

El Proyecto de Expansión Celular que promueve OSIPTEL a partir de los inicios del año 2005 con el uso del Fondo de Inversión en Telecomunicaciones (FITEL) comprende la instalación y servicio de 81 nuevas estaciones celulares distribuidas en el interior del país, ubicadas en 16 corredores económicos, para dar cobertura celular a un total de por lo menos 7000 pobladores, por cada estación celular, que actualmente no cuentan con ese servicio.

También participan las empresas privadas como TELEFONICA con la cual el Ministerio de Transportes y Comunicaciones firmó una Addenda del Contrato de Concesión de Telefonía Móvil para la ampliación o mejora de la cobertura radioeléctrica en 2000 localidades.

Estos acuerdos conjugan los incentivos de lucro con la demanda social y el financiamiento propuesto por OSIPTEL para dar servicios y contenidos para conseguir viabilidad económica y social del Proyecto.

Por último, interviene la población beneficiaria que a través de la demanda, expresada en el pago por los minutos de tráfico cursados permitirán el funcionamiento de las plataformas y generará las condiciones para la viabilidad de las operaciones comerciales de las empresas. Este impulso que han experimentado las redes de telefonía móvil se ha visto acompañado de una reducción en los costos de los teléfonos, menores precios para el consumidor y la introducción de planes de llamadas prepagadas para acceder al servicio que permite el control del gasto de los consumidores, también estimula la expansión de la oferta en la medida que reduce varios costos (facturación, logística, etc.) y coloca la morosidad muy cerca de cero.

Lo que comenzó como un lujo costoso para los usuarios comerciales y gente solvente se ha convertido en un producto de consumo masivo al alcance de todos en los lugares donde existe la red. Las ventajas del servicio móvil, en particular la movilidad de los usuarios y el hecho que aunque no se disponga de ingresos siempre es posible recibir llamadas en cualquier lugar, favorecen la preferencia de los consumidores por el servicio.

La experiencia en algunas áreas rurales del país, ha demostrado que allí donde hay cobertura celular la población demanda el servicio y participa de la red.

A fines del 2005, en 389 de los 1800 distritos del país tenían, en al menos una zona, cobertura de telefonía móvil. Un año después la cifra casi se ha duplicado y son 746 los que tienen una antena de alguna de las operadoras con lo cual ha permitido superar en 30%

la penetración del mercado de telefonía móvil en el Perú, lo que significa que de cada 100 peruanos, 30 cuentan con un teléfono celular.

Tras alcanzar la meta de 5 millones y 3,5 millones de clientes que se habían trazado para el 2006, tanto Telefónica como Claro respectivamente, operadores principales del Perú, ahora proyectan al culminar el año 2007, superar los 11 millones de abonados y tener una gran cobertura en la zona rural.

El presente Informe de competencia profesional permite sintetizar mi experiencia laboral desarrollada en los últimos años como Profesional en Ingeniería Electrónica de la Gerencia de Desarrollo de Red de la Empresa Telefónica Móviles S.A. Mi participación en los proyectos de implantación de Estaciones Bases y Repetidores Celulares está orientado a la supervisión de la búsqueda de emplazamientos, diseño, dimensionado, supervisión de la implementación y puesta en servicio de todo lo concerniente a la infraestructura.

El Informe tiene como alcance describir en forma clara y concreta los conceptos y procedimientos técnicos y legales que permitan planificar, desarrollar e implementar la infraestructura de los Proyectos de Estaciones Bases Celulares en zonas rurales del territorio nacional.

En el primer capítulo se presenta los principales fundamentos teóricos, las características de cada estructura del sistema, la inter-funcionalidad con otras redes y todos los servicios que proporciona la arquitectura de una Red GSM.

En el segundo capítulo se describe los requerimientos para el diseño del proyecto en base al análisis de tráfico y evaluación de la cobertura de la red y a partir de ello se realiza el dimensionado y estimación del número de estaciones bases y repetidoras considerando la factibilidad del proyecto en base a los análisis económico-financiero, aspectos legales, impacto ambiental y contaminación.

En el capítulo 3 se da una visión completa del desarrollo del proyecto, se inicia con los trabajos de campo para determinar la ubicación del punto ideal para instalar la estación base en función de la cobertura del servicio celular. En base a éste punto se elige un emplazamiento el cual debe ser saneado legalmente para iniciar la elaboración del Proyecto de Ingeniería donde se desarrolla las especificaciones para presentación de los planos de Arquitectura, Estructura y Eléctrica del proyecto a la vez se desarrolla el levantamiento topográfico y estudio de suelos. Además se realiza el dimensionado y selección de equipos de Energía, RF y Sistema Radiante.

CAPITULO I

FUNDAMENTOS TEORICOS

1.1 Breve reseña histórica:

GSM es un sistema de comunicación basado en el uso de células digitales que se desarrollo para crear un sistema para móviles único que sirviese de estándar para Europa y que fuese compatible con los servicios existentes y futuros sobre ISDN (Integrated Services Digital Network) o RDSI (Red Digital de Servicios Integrados). Si hacemos un poco de historia la idea de comunicaciones basadas en células aparece en los laboratorios Bell en los Estados Unidos allá por el año 1970 apareciendo los primeros sistemas comerciales a inicios de los 80. La situación que se vivía en estos primeros años de la década de los 80 era curiosa ya que los sistemas existentes hasta ese momento eran sistemas analógicos (la primera generación como se la conoce en la que los sistemas predominantes eran el NMT-450 y NMT-900 y en EEUU el sistema AMPS que se adapto a Europa como sistema TACS) que habían tenido mucho éxito en los países nórdicos y en el Reino Unido, sin embargo la nueva tecnología digital basada en células presentaba un panorama un tanto desolador ya que cada país había desarrollado su propio sistema lo que implicaba algunos problemas muy importantes; por un lado tenemos que la operatividad del terminal acababa donde acababan los límites de cada país y por otro lado el mercado para cada tipo de terminal era muy limitado y estaba restringido al país en donde el dispositivo fuese a ser utilizado.

Para solucionar estos problemas en el año 1982 el CEPT o Conference of European Posts and Telecommunications creo el denominado Groupe Special Mobile o GSM para desarrollar un sistema basado en células de radio y que sirviesen para todos los países europeos, en el cuadro 1 se tienen los objetivos que se perseguían en este grupo. En el año 1989 todas las responsabilidades que había tenido hasta ahora el CEPT se trasladan al European Telecommunications Standards Institute o ETSI (<http://www.etsi.org>), que va a ser el encargado de regular desde este momento todos

los aspectos de las comunicaciones a través de GSM, los primeros sistemas comerciales basados en esta nueva red aparecen en el año 1991, y en la cuadro 2 se tiene la cronología que derivaron en el GSM que todos conocemos actualmente (1).

Cuadro 1. Objetivos del CEPT para GSM

- Mejora en la eficiencia del espectro.
- Capacidad de hacer un roaming internacional de una manera automática.
- Costes bajos.
- Alta calidad de la voz transmitida.
- Compatibilidad con otros sistemas.
- Posibilidad de ir añadiendo nuevos servicios a medida que se fuesen requiriendo.

Cuadro 2. Cronología GSM

Año - Suceso

1982 -El CEPT crea el grupo GSM.

1985 -Primera recomendaciones del grupo GSM.

1986 -Primeras pruebas de radio sobre GSM.

1987 -Se elige el sistema TDMA como técnica de acceso al medio.

1988 -Se valida el sistema GSM.

1989 -Se traspasa GSM del CEPT al ETSI.

1989 -Primeras especificaciones sobre GSM para desarrollar productos comerciales.

1990 -Lanzamiento de GSM a nivel comercial.

1991 -Inclusión de GSM en ciudades y aeropuertos.

1993 -Cobertura de GSM en autopista e inicio de su uso fuera de Europa.

1995 -Cobertura de áreas rurales.

Hoy en día GSM es un estándar que no es utilizado solamente en Europa ya que actualmente es usado en casi cien países en todo el mundo y el número de usuarios que hacen uso de él se ha venido duplicando de año en año. De igual modo el número de servicios que se han ido desarrollando sobre GSM han ido evolucionando con el paso del tiempo, los servicios que se van incorporando a GSM se llevan a cabo por el Memorandum of Understanding (MoU) que viene a ser como un subgrupo encargado de estos temas, el MoU ha definido tres tipos de categorías de servicios que pueden ofrecerse sobre una red GSM.

Las tres categorías de servicios sobre GSM son: teleservicios que englobaría a los servicios básicos de telefonía; los servicios portadores que son los usados para la transmisión y recepción de datos; y los servicios complementarios generalmente extensiones de los teleservicios y que proporcionan nuevas características a la red GSM. En la siguiente tabla se pueden ver algunos ejemplos característicos de cada grupo:

Tabla 1. Servicios ofrecidos por cada categoría de GSM

Teleservicios	Telefonía	Llamadas de emergencia	Short Messaging Services (SMS)	Servicios de Fax y Voz
Servicios Portadores	Transmision sincrona y asincrona de datos			
Servicios Complementarios	Llamada en espera	Llamadas múltiple	Identificación de llamada	

1.2 Descripción del sistema celular:

Se sabe que GSM es un sistema basado en células de radio, se puede ver que significa algo así como las diferentes organizaciones que surgen de una idea que en principio es muy simple.

Los sistemas celulares se basan en la división del área de cobertura de un operador en lo que se denomina células (cells), estas células se caracterizan por su tamaño que viene determinado por la potencia del transmisor, pero de un modo muy particular ya que lo que se persigue siempre en los sistemas celulares es que la potencia de transmisión sea lo más baja posible a fin de poder reutilizar el mayor número de frecuencias. El porque de tener el mayor número de frecuencias disponibles tiene que ver con que a mayor número de frecuencias libres mayor es el número de usuarios que pueden hacer uso del sistema ya que cada uno puede usar una frecuencia sin interferir en la de otro usuario (realmente no se utiliza una frecuencia por usuario pero la idea general es esta). De este modo todas las bandas de frecuencias se distribuyen sobre las células a lo largo del área de cobertura del operador de manera que todos los canales de radio se encuentran disponibles para ser usados en cada grupo de células (clusters) lo cual no sucedería si se produjese una emisión de la señal con una potencia superior ya que podría interferir en otras células adyacentes interfiriendo en las frecuencias disponibles. Como se puede observar, la distancia que debe existir entre dos células debe ser lo suficientemente grande como para que no se produzca interferencia entre ellas, hay que decir también que hay determinados canales que se reservan para labores de señalización y control de toda la red.

Todo lo explicado anteriormente se resume en dos condiciones que las células deben de verificar para que este sistema funcione:

- Por un lado el nivel de potencia del transmisor debe de ser el mínimo para reducir las interferencias con los transmisores de las células vecinas.
- Las células vecinas no pueden compartir los mismos canales, el motivo es similar al anterior, reducir el nivel de interferencias

Las células se unen entre si mediante cable (lo más normal) o bien mediante radio enlaces tal como con la red telefonía fija.

Una vez que tenemos claro el concepto de célula el siguiente nivel de organización que existe en GSM es el de cluster, que no es más que un conjunto de células agrupadas entre si, estos clusteres suelen agruparse conjuntos de 4, 7, 12 o 21 células distintas que se distribuyen por todo el área de cobertura del operador.

1.3 Tipos de células:

En GSM se distinguen cuatro tipos diferentes de células:

- Macro células (Macrocells): Son células de gran tamaño utilizadas en áreas de terreno muy grandes y donde la distancia entre áreas pobladas es muy distantes entre si.
- Micro células (Microcells): Se utilizan en áreas donde hay una gran densidad de población, el objetivo es que a mayor número de células mayor número de canales disponibles que pueden ser utilizados por más usuarios simultáneamente.
- Células selectivas (Selectived Cells): En muchas ocasiones no interesa que una célula tenga una cobertura de 360 grados sino lo que interesa es que tenga un alcance y un radio de acción determinado, en este caso es donde aparecen las células selectivas, el caso más típico de células de este tipo son aquellas que se disponen en las entradas de los túneles en los cuales no tiene sentido que la célula tenga un radio de acción total (360 grados) sino un radio de acción que vaya a lo largo del túnel.
- Células Sombrilla (Umbrella Cells): Este tipo de células se utilizan en aquellos casos en los que tenemos un elevado número de células de tamaño pequeño y continuamente se están produciendo cambios (handovers) del terminal de una célula a otra, para evitar que suceda esto lo que se hace es agrupar conjuntos de micro células de modo que aumentamos la potencia de la nueva célula formada y se puede reducir el número de handovers que se producen.

1.4 Arquitectura de una red GSM:

Todas las redes GSM pueden dividirse en cuatro partes fundamentales y bien diferenciadas:

1.4.1 La Estación Móvil o Mobile Station (MS): Consta a su vez de dos elementos básicos que debemos conocer, por un lado el Terminal o equipo móvil y por otro lado el SIM o Subscriber Identity Module. Con respecto a los terminales los hay de acuerdo a las necesidades, pero que la diferencia entre unos y otros radica fundamentalmente en la potencia que tienen, que va desde los 20 vatios (generalmente instalados en vehículos) hasta los 2 vatios de terminales.

El SIM es una pequeña tarjeta inteligente que sirve para identificar las características del terminal. Esta tarjeta se inserta en el interior del móvil y permite al usuario acceder a todos los servicios que haya disponibles por su operador, de modo que sin la tarjeta SIM el terminal no sirve puesto que no se puede hacer uso de la red. Asimismo, el SIM está protegido por un número de cuatro dígitos que recibe el nombre de PIN o Personal Identification Number. La mayor ventaja de las tarjetas SIM es que proporcionan movilidad al usuario ya que puede cambiar de terminal y llevarse consigo el SIM que en la práctica en muchas ocasiones no resulta tan sencillo. Una vez que se introduce el PIN en el terminal, el terminal va a ponerse a buscar redes GSM que estén disponibles y va a tratar de validarse en ellas, una vez que la red (generalmente la que tenemos contratada) ha validado el terminal, el teléfono queda registrado en la célula que lo ha validado.

1.4.2 La Estación Base o Base Station Subsystem (BSS): Sirve para conectar a las estaciones móviles con los NSS, además de ser los encargados de la transmisión y recepción. Como los MS también constan de dos elementos diferenciados: La Base Transceiver Station (BTS) o Base Station y la Base Station Controller (BSC). La BTS consta de transceivers y antenas usadas en cada célula de la red y que suelen estar situadas en el centro de la célula, generalmente su potencia de transmisión determina el tamaño de la célula.

Los BSC se utilizan como controladores de los BTS y tienen como funciones principales las de estar al cargo de los handovers, los frequency hopping y los controles de las frecuencias de radio de los BTS.

1.4.3 El Subsistema de Conmutación y Red o Network and Switching Subsystem

(NSS): Este sistema se encarga de administrar las comunicaciones que se realizan entre los diferentes usuarios de la red; para poder hacer este trabajo la NSS se divide en siete sistemas diferentes, cada uno con una misión dentro de la red:

- Mobile Services Switching Center (MSC): Es el componente central del NSS y se encarga de realizar las labores de conmutación dentro de la red, así como de proporcionar conexión con otras redes.
- Gateway Mobile Services Switching Center (GMSC): Un gateway es un dispositivo traductor (puede ser software o hardware que se encarga de interconectar dos redes haciendo que los protocolos de comunicaciones que existen en ambas redes se entiendan. Entonces, la misión del GMSC es la de servir de mediador entre las redes de telefonía fijas y la red GSM
- Home Location Register (HLR): El HLR es una base de datos que contiene información sobre los usuarios conectados a un determinado MSC. Entre la información que almacena el HLR tenemos fundamentalmente la localización del usuario y los servicios a los que tiene acceso. El HLR funciona en unión con el VLR que vemos a continuación.
- Visitor Location Register (VLR): contiene toda la información sobre un usuario necesaria para que dicho usuario acceda a los servicios de red. Forma parte del HLR con quien comparte funcionalidad.
- Authentication Center (AuC): Proporciona los parámetros necesarios para la autenticación de usuarios dentro de la red; también se encarga de soportar funciones de encriptación.
- Equipment Identity Register (EIR): También se utiliza para proporcionar seguridad en las redes GSM pero a nivel de equipos válidos. La EIR contiene una base de datos con todos los terminales que son válidos para ser usados en la red. Esta base de datos contiene los International Mobile Equipment Identity o IMEI de cada terminal, de manera que si un determinado móvil trata de hacer

uso de la red y su IMEI no se encuentra localizado en la base de datos del EIR no puede hacer uso de la red.

- GSM Interworking Unit (GIWU): sirve como interfaz de comunicación entre diferentes redes para comunicación de datos.

1.4.4 Los Subsistemas de soporte y Operación u Operation and Support Subsystem

(OSS): Los OSS se conectan a diferentes NSS y BSC para controlar y monitorizar toda la red GSM. La tendencia actual en estos sistemas es que, dado que el número de BSS se está incrementando se pretende delegar funciones que actualmente se encargan de hacerlas el subsistema OSS y los BTS, de modo que se reduzcan los costes de mantenimiento del sistema.

1.5 Roaming y Handover:

Una vez vista la arquitectura de red que se tiene en GSM hay dos aspectos que son fundamentales dentro del funcionamiento normal de una red GSM, es decir, el roaming y al hand-over.

Por lo anterior se conoce que una red GSM se fundamenta en lo que se denomina célula y también que una vez que se introduce el PIN en el terminal se procede a buscar una red donde ser validado. Estos dos aspectos conllevan una serie de consecuencias que son las que van a originar el roaming y el hand-over.

Luego, el roaming se produce siempre que hay validación dentro de la red GSM y el terminal no es capaz de encontrar la red de la que se es cliente; esto ocurre fundamentalmente cuando se esta en el extranjero, donde existe la red, pero no es la del operador habitual; en este caso, el roaming consiste en la utilización de la red que se encuentre disponible y con la que el operador tiene un acuerdo de colaboración. De este modo, se puede seguir conectado con el móvil a la red independientemente de que se este fuera del alcance del operador habitual. Existe un problema con el roaming que hay que tener en cuenta y es que cuando el terminal se encuentra en roaming, que sucede al recibir una llamada, el coste de la llamada se divide de manera que la persona que llama paga la parte nacional de la llamada y el que recibe corre con los gastos de la parte internacional; esto es debido a que en el roaming del operador no sabe de

antemano donde se ubica alguien, ya que se esta en una red que no le pertenece y por tanto no puede establecer la tarifa que debe aplicar.

El concepto de hand-over tampoco es complicado y consiste en la transición que se produce cuando se sale del rango de acción de una célula al rango de acción de otra. Esto se produce sobre todo cuando se viaja. El hand-over por tanto, es el responsable de mantener el servicio de manera constante y de que las transiciones entre una célula y otra sean lo suficientemente pequeñas como para pasar desapercibidas por los usuarios.

Hay distintos tipos de hand-over en función de las células que intervengan en el proceso. Según esto se puede hablar de cuatro tipos diferentes de hand-over, que pueden producirse:

- Hand-over de canales en la misma célula.
- Hand-over de células controladas por el mismo BSC.
- Hand over de células que pertenecen al mismo MSC, pero controladas por diferentes BSC.
- Hand-over de células de diferentes MSC.

1.6 GSM y radio enlaces:

Otro elemento que forma parte de la red y que resulta fundamental para el funcionamiento del sistema son los radio enlaces.

A través de la interfaz de radio, se produce la unión entre los dispositivos móviles y las infraestructuras fijas que hay en las células. En GSM se han especificado dos bandas de frecuencia para poder ser usadas con dos fines distintos:

- Por un lado, se tiene la banda de los 890-915 Mhz, que se utiliza para transmitir desde la estación móvil a la estación base
- Por otro lado se tiene la banda de los 935-960 Mhz, para transmitir en el sentido contrario, es decir, desde la estación base a la estación móvil.

Hay que señalar que de estas dos bandas de frecuencias (en total se tienen 25Mhz en cada banda de frecuencias) no se pueden usar todas, ya que algunas se encuentran no

disponibles por motivos militares y por compatibilidad con algunos sistemas analógicos anteriores al GSM.

Estas bandas de frecuencia son utilizadas para mantener diferentes comunicaciones simultáneas, y hay dos mecanismos fundamentalmente utilizados para poder proporcionar acceso múltiple a un medio limitado, como son las frecuencias. Estos dos mecanismos se denominan FDMA o Frequency Division Multiple Access (Acceso Múltiple por División de Frecuencia) y TDMA o Time Division Multiple Access (Acceso Múltiple por División de Tiempo). En el caso de FDMA a cada usuario se le asigna una frecuencia de manera que el máximo número de usuarios que pueden usar el sistema viene determinado por el máximo número de frecuencias disponibles. Mediante TDMA lo que se hace es que diferentes usuarios pueden utilizar el mismo canal; para ello, a cada usuario se le asigna un determinado tiempo en el cual puede hacer uso del canal.

TDMA se usa en los sistemas GSM sobre la estructura de FDMA, de la manera siguiente:

A los 25 Mhz de banda de frecuencias se divide en 125 partes denominadas frecuencias transportadoras, las cuales se encuentran separadas unas de otras por una frecuencia intermedia de 200 Khz; de las 125 frecuencias transportadoras (portadoras), una de ellas (generalmente la primera) se utiliza para comunicar GSM con servicios de baja frecuencia, por lo que de las 125, realmente solo 124 van a estar disponibles en todo momento. Posteriormente, cada frecuencia transportadora se divide siguiendo el esquema de TDMA en aproximadamente espacios de 0.577 ms, que son asignados a un usuario en particular.

1.7 Conceptos de redes PLMN-GSM:

El estándar GSM define una red telefónica móvil terrestre (PLMN) completa, de naturaleza digital y de servicios integrados, que comprende el acceso radio con estructura celular, la transmisión, conmutación y señalización específicas para soportar las funciones de movilidad y los mecanismos de seguridad para el establecimiento de las llamadas y la protección de la información transmitida durante éstas. La red PLMN-GSM proporciona a usuarios fijos y móviles la intercomunicación con abonados o con

recursos de otras redes fijas o móviles, incluidos los servicios asociados a ellas. Sin embargo, tiene un grado de conectividad limitado. Estrictamente hablando, como red, sólo puede manejar internamente llamadas entre estaciones móviles que dependan de una misma central. Para todas las demás llamadas entre móviles que requieran la intervención de diferentes centrales y las llamadas en que intervenga un terminal de red de telefonía convencional, se requiere el concurso de la PSTN (red telefónica básica). Por ello, en la PLMN-GSM no hay jerarquía de conmutación y la transmisión utiliza la norma PCM con canales de 64 kbit/s.

Una de las características más importantes es la especificación de interfaces abiertas entre las distintas unidades funcionales de la red, en el marco del modelo OSI y siguiendo la normativa ISDN para la caracterización de la señalización y las funciones de red.

1.8 Servicios proporcionados por la red GSM:

Los servicios básicos ofrecidos son los de telefonía y datos, que comprenden transmisiones de textos, imágenes, fax, ficheros y mensajes.

El servicio básico de telefonía es similar al que prestan las redes clásicas fijas. El usuario puede realizar y recibir llamadas hacia/desde cualquier red telefónica. Este servicio tiene asociado el de mensajería vocal que permite el almacenamiento de los mensajes para su posterior recuperación.

Los servicios de datos utilizan la red GSM principalmente como red de acceso. Es posible entablar comunicación con diferentes redes destino a velocidades de datos comprendidas entre 300 y 9600 bit/s, en modo síncrono o asíncrono. Los servicios de datos en modo circuito pueden ser de tipo transparente o no transparente (con detección de errores y retransmisión). En el modo transparente la red usa el protocolo RLP (Radio Link Protocol), con un sistema de control de errores que realiza la detección de errores y la retransmisión consiguiente.

El tipo de conexión y las características de los servicios de datos, dependen de la red destinataria. Para la PSTN, que es de naturaleza analógica, se requiere el uso de un módem en el punto de interconexión GSM-PSTN. En el caso de la ISDN hace falta disponer de un adaptador de velocidad de 9,6 kbit/s en GSM a 64 kbit/s en ISDN. Para las redes públicas de datos con conmutación de paquetes PSPDN, la conexión depende

de la norma usada en esa red: es directa en caso X25 y requiere la intervención de la PSTN o ISDN con la norma PAD – X.28 asíncrona, o con la norma X.32 síncrona.

El servicio de mensajes cortos, SMS (Short Message Service) permite el intercambio de mensajes breves, de hasta 160 caracteres, que pueden leerse en la pantalla del equipo portátil o en la de un PC dotado de programas para la gestión del servicio.

Los mensajes del servicio SMS llegan a sus destinatarios aunque éstos no estén disponibles (terminal apagado) o su línea esté ocupada. Una vez que el terminal se encuentra en el estado activo desocupado, la red genera una llamada indicando al usuario que tiene uno o más mensajes depositados en su buzón.

Este servicio es similar al de radio búsqueda (paging), pero más completo ya que permite el intercambio bidireccional, el almacenamiento y envío y el acuse de recibo de los mensajes entregados.

Otro servicio interesante es el de difusión celular, SMS-CB (Cell Broadcasting), mediante el cual pueden difundirse mensajes a grupos de usuarios situados en determinadas células.

Los servicios suplementarios enriquecen las prestaciones de los tele servicios básicos. Brindan al usuario la posibilidad de elección del tratamiento de las llamadas entrantes o salientes: prohibiciones, desvíos; le facilitan información sobre la llamada: aviso de tasación, identificación de línea llamante, indicación de llamada en espera o le permiten ejercer ciertas funciones como retención, multiconferencia, y otras.

1.9 Relación de la red GSM con otras redes:

1.9.1 Conexiones y accesos de red:

Una conexión de red es un enlace entre un punto de acceso a la red y otro punto de acceso a esa misma red o a otra, denominada red de terminación. Entre las redes de origen y de terminación puede haber otras redes, que se llaman de tránsito.

Una conexión PLMN-GSM es un enlace entre un punto de acceso a la PLMN-GSM y una interfaz con otra red u otro punto de acceso de la misma PLMN-GSM.

El punto de acceso a la PLMN-GSM se considera que está en la interfaz con la funcionalidad interna a la estación móvil, llamada terminación móvil que realiza todas las funciones necesarias para soportar el acceso inalámbrico a la PLMN.

Si la red de terminación es otra PLMN-GSM, la conexión de red se llama conexión PLM-GSM global. En este caso, las eventuales redes intermedias deben ofrecer las capacidades apropiadas para los servicios proporcionados por la conexión global.

En la PLMN-GSM se distinguen las siguientes posibilidades de conexión:

- Usuario GSM a usuario no GSM (de red fija o un computador).
- Usuario GSM a usuario GSM.
- Usuario GSM a un recurso interno de red GSM.

1.9.2 Interfuncionamiento con otras redes:

La norma GSM ha previsto el interfuncionamiento de la PLMN-GSM con las siguientes redes: PSTN, ISDN, PSPDN, CSPDN y otras PLMN-GSM.

En la tabla se resumen las características básicas de las redes necesarias para establecer el interfuncionamiento:

Tabla 2. Características básicas de redes.

CARACTERISTICA	PLMN-GSM	ISDN	PSTN
Interfaz de abonado	Digital	Digital	Analógico
Equipo terminal de usuario sustentado	Funciones MT0, MT1, MT2, GSM.	TE Digital. NT, TE1, TE+TA	TE Analógico DET, PABX
Señalización Usuario-Red	GSM 04.08	I441/I451	DTMF Desc. Bucle
Señalización entre centrales	SS N° 7 ISUP TUP+, MAP	SS N° 7 USUP, TUP+	Asociada al Canal, o al canal común
Tipo de transmisión	Digital	Digital	Analog/Dig.
Tipo de central	Digital	Digital	Analog/Dig.
Modo de transferencia de Información	Circuito/Paquete	Circuito/Paquete	Circuito

1.9.3 Jerarquía y numeración en la red GSM:

Como en toda red de telecomunicación, la PLMN-GSM tiene también niveles jerárquicos que se corresponden con zonas o áreas de control, tanto de la propia red como de sus elementos básicos constitutivos.

a) En el nivel más alto está la zona de sistema GSM, GSA (GSM System Area), constituida por el área resultante de la unión de todas las zonas del mundo en las que se

presta servicio GSM. En virtud de la intinerancia internacional, todo abonado GSM puede efectuar/recibir llamadas dentro de esta zona, con su número personal.

b) Zona de servicio de un operador GSM, GPA (GSM-PLMN Area). Es el área geográfica en la que un operador determinado proporciona servicio a sus abonados. Normalmente estará circunscrita al entorno de un país, aunque el operador sea multinacional. Hoy día, debido a la liberación, en un mismo país puede haber dos o más GPA servidas por distintos operadores. La GPA está formada por un conjunto de centros de conmutación y estaciones de base para el acceso a los abonados y tiene vínculos de interconexión con redes fijas y móviles de otros operadores.

c) Zona de conmutación, es la superficie controlada por un MSC, es decir, el conjunto de zonas de cobertura de estaciones base conectadas al mismo MSC.

d) Zona de localización, LA (Location Area), es el área dentro de la cual una estación móvil puede desplazarse libremente sin que se modifique su registro de localización. Comprende varias estaciones base. Cuando es necesario alertar a un móvil para pasarle un mensaje o llamada entrante, se le avisa por las estaciones base de la zona de localización. Un mismo MSC puede controlar varias LA y a la inversa una LA puede depender de más de un MSC.

e) Zona de celda o de estación base, es el área cubierta por una estación base, dentro de la cual una estación móvil puede conectarse vía radio a esa base. Si se utiliza cobertura sectorizada con N sectores (habitualmente $N=3$), se definen N áreas de celda servidas por otras tantas estaciones de base. Cuando estas estaciones comparten el mismo controlador, el conjunto se denomina sistema de estación base y los equipos de cada estación reciben el nombre de transceptores de estación base, BTS (Base Station Transceivers). Para los procesos de autenticación de los usuarios y encaminamiento de las llamadas, se ha establecido en la red GSM un conjunto de números, en correspondencia con la señalización de red:

- Número de identificación del usuario
- Número asociado al equipo telefónico móvil
- Número telefónico del abonado
- Número de encaminamiento por la PSTN.

Los tres primeros números están vinculados a la señalización de la red GSM, en tanto que el último está diseñado para que sea compatible con la señalización de la red PSTN.

A cada abonado se le asigna un número de identificación, IMSI (International Mobile Subscriber Identity), según la Rec. UIT-T E.212, que es un número interno de red para el acceso a las bases de datos de abonados para el aviso a éstos. Como este número se difunde por la interfaz radio y puede ser captado, para preservar la confidencialidad de la identidad, la red GSM, una vez registrado un abonado, le asigna una entidad ficticia, TMSI (Temporary Mobile Subscriber Identity). Los IMEI y TMSI no son visibles para el abonado.

Cada teléfono móvil tiene asociada una identidad de equipo, IMEI (International Mobile Equipment Identity) que se utiliza para la validación del terminal. Todo abonado tiene asignado su número de teléfono que es el que se utiliza para efectuar llamadas al mismo.

EL número, denominado MISISDN (Mobile Subscriber ISDN Number), está estructurado según la Rec E.164 del UIT-T.

Por último, para el encaminamiento de las llamadas destinadas a una MS, se usa un número de ruta o encaminamiento llamado MSRN (Mobile Subscriber Roaming Number). El MSRN es también un número interno, no visible a usuarios GSM ni a los llamantes, integrado en el plan de numeración de la PSTN y compatible con él y de uso transitorio para encaminar las llamadas.

Las identidades de red se utilizan para facilitar la localización de las MS y el aviso a las mismas.

Como se ve, el área de servicio de una red GSM se divide en superficies más pequeñas, las áreas de localización LA, constituidas por varias células. Cada MS realiza un registro o una actualización cada vez que accede a una nueva LA. Cuando hay llamadas entrantes a la MS, se avisa a ésta por todas las células del LA. Las áreas de localización se identifican mediante un número llamado código de área de localización, LAC (Location Area Code). (2)

CAPITULO II PLANIFICACION Y DIMENSIONADO

2.1 Requerimientos para el diseño del proyecto:

En éste apartado se explicarán las pautas a seguir en la planificación y dimensionado de las redes celulares basadas en la tecnología GSM.

Los profesionales participantes son de diferentes especialidades y están encargados de realizar el diseño de la red GSM, en base a la información estadística de la población, densidad, movilidad, etc., del área geográfica a cubrir y cuyas herramientas son modelos de utilización del servicio donde se simulan configuraciones posibles, recomendadas por los fabricantes, considerando los parámetros objetivos del grado de servicio (probabilidades de bloqueo, de terminación forzada, etc.) y la arquitectura del sistema GSM (Estación base, Controladores, Conmutador, registro de abonados, encaminamiento, etc.).

Todo ello hace que la forma de abordar su resolución pase por un proceso de diseño secuencial, siguiendo unos pasos bien definidos, pero a su vez iterativo, donde la solución de configuraciones parciales provoque la vuelta hacia atrás para el rediseño de etapas anteriores. El objetivo es realizar una planificación de red lo más eficiente posible, de tal modo que permita un crecimiento gradual de la capacidad del sistema en previsión de un incremento paulatino de la demanda de servicio, ya sea por la incorporación de nuevos abonados a la telefonía móvil o por la introducción de nuevos servicios que incrementaran el tráfico cursado por abonado.

Objetivos generales de la planificación: Consisten en brindar el servicio a un mínimo costo con las siguientes características:

- Máxima cobertura.
- Máxima capacidad.
- Máxima calidad de servicio (QoS).
- Mínima interferencia.

El Proceso de dimensionado: Se puede esquematizar con la secuencia de ejecución que se detalla a continuación:

- Adquisición de información básica para el planeamiento.
- Tráfico esperado y área a cubrir.
- Adquisición de información de campo.
- Cargar la base de datos de la herramienta de planificación con la información topográfica y de relieve geográfico del terreno del área a cubrir.
- Predicción de cobertura estimada y una determinación inicial del lugar usando la información digitalizada del terreno y un modelo Standard de propagación.
- Previsión de demanda y estimación de la ubicación de los emplazamientos de estación base. Cálculo de las áreas de cobertura por estación base. Estimación del tráfico ofrecido por celda y cálculo del número de portadoras necesarias por sector y estación base para satisfacer un cierto grado de servicio.
- Estimación de la movilidad de los usuarios y cálculo aproximado del tránsito entre celdas de los potenciales usuarios. Uso de patrones de movilidad para la estimación del número de cruces entre celdas, evaluación del número de trasposos de llamada y del número de actualizaciones de posición.
- Dimensionado de las áreas de localización. Disposición inicial, *grosso modo*, de áreas de localización con minimización de las cargas de señalización por actualizaciones de posición. Refinamiento de la solución mediante subdivisiones sucesivas de las áreas de localización de la configuración inicial hasta encontrar un sub-óptimo que minimice el conjunto de señalización por búsquedas y actualizaciones de posición.
- Dimensionado de los canales de señalización. Conocido el tráfico por celda y el patrón de movilidad de los usuarios a estimar por el número de canales de señalización por estación base en función de la solución sub-óptima de áreas de localización encontrada en el párrafo anterior, considerando los procedimientos de señalización más característicos, tales como, establecimiento de llamada, actualización de posición periódica y por cambio de área de localización.
- Dimensionado en número y ubicación de los elementos: BSC (Base Station Controller), MSC (Mobile Switching Center), VLR (Visitor Location Register) y HLR (Home Location Register). Para ello se cuenta con las especificaciones

técnicas de capacidad de dichos elementos para diferentes proveedores y las necesidades de tráfico de la red de estaciones base estimada al inicio.

- Diseño de la topología de red. En este punto se evalúan diferentes soluciones de interconexión de estaciones base con las BSC correspondientes, evaluación de los costos de compra/alquiler de las líneas de interconexión entre elementos. Alternativas de reubicación geográfica de BSC y MSC para optimización de costos.
- Diseño de la red de interconexión entre MSC y alternativas para la interconexión con otras redes telefónicas. Se evalúan diferentes soluciones de interconexión entre los elementos de conmutación de la red móvil siguiendo criterios de minimización de costos y de fiabilidad de la red. Por último se dimensiona el número de enlaces necesarios de interconexión con otras redes telefónicas para las llamadas hacia el exterior, ya sea de móvil a fijo o de móvil a móvil de otro operador.

Equipos y herramientas de trabajo utilizados en la planificación: Para realizar una planificación óptima se requiere contar con lo siguiente:

- Software especializado de predicción y simulación con modelos matemáticos.
- Información estadística de la población de la zona.
- Características geográficas de la región.
- Estimación de demanda y tráfico.

Por otro lado, existen factores externos que tienen influencia en el planeamiento de una estación base tales como:

Físicas

- Propagación de ondas electromagnéticas.
- Interacción de las ondas electromagnéticas con otras materias.

Restricciones Gubernamentales

- Máximo nivel de potencia de salida.
- Referente al área de cobertura.
- Blocking.

Topografía

- Geografía del área a cubrir.
- Obstáculos naturales o artificiales.

Estadística

- Distribución de la población.
- Desarrollo de la población.

2.1.1 Estudio y análisis de tráfico:

La teoría de tráfico es considerada una gran herramienta para el dimensionado de un sistema de telecomunicaciones, para describir y optimizar el sistema de tráfico en general se requiere la ayuda de modelos matemáticos apropiados, debido a que los sistemas reales son sistemas complejos, para ello las suposiciones y simplificaciones tienen que ser desarrollados para no tratar con tanta complejidad y no requerir una matemática tan sofisticada. Posteriormente esas suposiciones y simplificaciones tienen que ser justificadas.

a) Modelos de tráfico:

El modelo Erlang

Se utiliza para determinar el número de circuitos basados en la carga de tráfico en la hora más ocupada, los factores que determinan el cálculo son los siguientes: Llamadas entrantes y tiempo de retención para distribución, número de fuentes de tráfico, disponibilidad, manejo de las llamadas perdidas.

De acuerdo a estos elementos, se definen las formulas de medición del flujo de tráfico, los cuales varían de un continente a otro.

Modelo Erlang B

En este modelo de tráfico aleatorio, existen pérdidas de cola de espera y las llamadas pueden ser enviadas a otras rutas. Los factores en la formula Erlang B son el promedio del tráfico ofrecido y el número de líneas troncales de servicio disponible.

El tráfico se origina en un número infinito de puntos, el tráfico de interés se mantiene constante o en el mismo valor promedio. No establece que exista poca o gran cantidad de llamadas.

Las llamadas perdidas son borradas asumiendo un tiempo de retención cero, es decir, no hay segundo intento de rediscado. El número de troncales de servicio es limitado. Existe completa disponibilidad, es decir que cualquier entrada libre puede alcanzar salida libre.

El tráfico aleatorio, indicando al tiempo entre dos llamadas, puede variar en forma aleatoria. Este modelo es ampliamente usado por empresas u operadoras.

Modelo Erlang C

En este modelo el tráfico telefónico es aleatorio y se mantienen las colas de espera, hasta que existan recursos disponibles para procesar las llamadas, estos sistemas se conocen como sistemas con memoria. Este modelo es útil si se tiene un nivel estimado de la demanda. Los factores en la fórmula Erlang C, son el número de agentes, número de personas por ser atendidas, tiempo promedio de atender una llamada, para su aplicación es necesario tomar en cuenta las siguientes premisas:

- Los usuarios no abandonan las llamadas, se mantienen esperando hasta ser atendidos.
- Cuenta con una alta capacidad en el sistema.
- El número aleatorio de llamadas se mantiene estable en el tiempo.
- Tiempo de espera limitado.
- Existe prioridad en las llamadas, aplicando el modo FIFO, primero en entrar, primero en salir.

Como se puede ver en ambos modelos se aplican concepciones diferentes, los cuales en realidad no son aplicables todo el tiempo y en todos los lugares. Por tanto, estas tentativas pueden acarrear problemas, ya que no toman en cuenta las ráfagas que pueden presentarse eventualmente en el tráfico, causando serios problemas en las comunicaciones.

Modelo del despliegue celular

Los operadores de telefonía móvil tienen asignadas por licencia administrativa una o dos bandas de frecuencias. Si disponen de dos bandas distintas, utilizan una de ellas para el despliegue celular inicial, y emplean la segunda para cubrir aquellas zonas en las que la capacidad de las estaciones base asignadas no es suficiente para cumplir con el grado de servicio requerido.

Este modelo considera ambas bandas, y permite trabajar en cualquiera de ellas, e incluso, deja seleccionar que banda se quiere utilizar para el tráfico desbordado en el caso de trabajar con dos distintas.

Fórmula de Erlang – B Multidimensional

Considérese un grupo de n líneas de enlace (canales, segmentos), que ofrecen dos flujos de tráfico PCT-I independientes:

$$(\lambda_1, \mu_1) \text{ y } (\lambda_2, \mu_2).$$

El tráfico ofrecido resulta:

$$A1 = \lambda1/\mu1 \text{ y}$$

$$A2 = \lambda2/\mu2,$$

Respectivamente, sea (i, j) la representación del estado del sistema, es decir:

i es el número de llamadas del flujo 1 y

j es el número de llamadas del flujo 2

Se tienen las siguientes restricciones:

$$0 \leq i \leq n,$$

$$0 \leq j \leq n,$$

$$0 \leq i + j \leq n.$$

Bajo la hipótesis de equilibrio estadístico se obtienen las probabilidades de estado resolviendo las ecuaciones de equilibrio global para cada nodo (ecuaciones de nodo), en total $(n + 1)(n + 2)/2$ ecuaciones.

Este diagrama corresponde a un proceso de Markov reversible, que tiene equilibrio local y, asimismo, la solución tiene forma de producto. Se puede verificar fácilmente que las ecuaciones de equilibrio global se satisfacen por las siguientes probabilidades de estado que se pueden expresar en forma de producto, donde $p(i)$ y $p(j)$ son distribuciones de Poisson truncadas unidimensionales, Q es una constante de normalización, $e(i, j)$ cumple con las restricciones indicadas anteriormente. Como hay proceso de llegada de Poisson que disponen de la propiedad PASTA (Poisson Arrivals See Time Averages), la congestión temporal, congestión de llamadas y congestión de tráfico son iguales para ambos flujos de tráfico, y equivalen a $P(i + j = n)$.

Por expansión binomial o por la convolución de dos distribuciones de Poisson se determinan las siguientes probabilidades de estado combinadas, donde Q se obtiene por normalización:

La distribución de Poisson truncada con el tráfico ofrecido es:

$$A = A1 + A2$$

Se puede también interpretar este modelo como un sistema de pérdidas de Erlang con un proceso de llegada de Poisson y tiempos de ocupación con distribución hiper exponencial de la siguiente manera. El proceso de llegada total es una superposición de dos procesos de Poisson con el régimen de llegada total:

$$\lambda = \lambda1 + \lambda2$$

y la distribución del tiempo de ocupación tiene características hiper exponenciales.

Se puede observar que concuerda con el tráfico ofrecido. Por lo tanto, el modelo de pérdidas de Erlang es válido para tiempos de ocupación con distribución hiper exponencial. Este es un caso especial de la propiedad general de insensibilidad de la fórmula B de Erlang. (3)

2.1.2 Estudio y análisis de la cobertura:

Para ello se tendrá en cuenta los siguientes conceptos y de esta manera lograr agrupar los elementos que sirvan para la adecuada proyección:

- **Cobertura:** La cobertura del sistema se refiere a las zonas geográficas en las que se va a prestar el servicio. La tecnología más apropiada es aquella que permita una máxima cobertura con un mínimo de estaciones bases.
- **Capacidad:** Se refiere a la cantidad de usuarios que se pueden atender simultáneamente. Es un factor de elevada relevancia, pues del adecuado dimensionado de la capacidad del sistema, según demanda de servicio, depende la calidad del servicio que se preste al usuario.
- **Diseño de las celdas:** La estructura de las redes inalámbricas se diseña teniendo presente la necesidad de superar los obstáculos y manejar las características propias de la radio propagación. Disponer de un radio enlace directo para cada suscriptor, predecir las características de la señal en zonas urbanas donde la densidad de suscriptores es alta y las edificaciones tienen gran influencia en la propagación, son factores que establecen limitaciones fundamentales en el diseño y ejecución de los sistemas inalámbricos orientados a las necesidades personales y empresariales.

- **Manejo del Handoff:** El handoff es el proceso de pasar una llamada de un canal de voz en una celda a un nuevo canal en otra celda o en la misma, a medida que el usuario se mueve a través de la red. El manejo de estas transiciones es un factor vital para garantizar la continuidad de las comunicaciones tanto de voz como de imágenes y datos, caso en el que es muy crítica la pérdida de información.
- **Movilidad:** En la nueva generación de sistemas de telefonía celular digital, se involucra tanto la movilidad personal como la movilidad del terminal. La movilidad personal se refiere a la posibilidad de que el usuario tenga acceso a los servicios en cualquier terminal (alámbrico o inalámbrico) sobre la base de un número único personal y a la capacidad de la red para proveer esos servicios de acuerdo con el perfil de servicio del usuario. Por otro lado, la movilidad del terminal es la capacidad de tener acceso a servicios de telecomunicaciones desde diferentes sitios mientras está en movimiento, y también la capacidad de la red para identificar, localizar y seguir a ese terminal.
- **Calidad:** Uno de los parámetros a tener en cuenta para establecer las diferencias entre un sistema u otro, se refiere a la medida de calidad del servicio prestado. Las consideraciones que un usuario debe tener en cuenta a la hora de suscribirse a un servicio de telefonía móvil tienen que ver con el precio y las características de operación del dispositivo portátil, la disponibilidad de una variedad de servicios, la cobertura geográfica y la posibilidad de disfrutar el servicio en áreas diferentes a la que está inscrito, así como una confiable calidad de transmisión de voz y datos.
- **Flexibilidad y compatibilidad:** Debido a la interacción con redes de diferente tipo que debe soportar una red con cubrimiento global (tales como red digital de servicios integrados, redes celulares, públicas conmutada, de datos, satelitales), ésta debe suministrar las interfaces adecuadas para la interoperabilidad, y poseer elevados niveles de gestión que permitan realizar cambios en su estructura inicial sin causar desordenes en el funcionamiento
- **Costos de Infraestructura:** Los costos de infraestructura se reflejan principalmente en el precio entre las estaciones base, ya que el manejo de una tecnología u otra en las mismas, no son un factor diferenciado. Lo deseable es

que el dimensionado de la red minimice el número de celdas, la cantidad de equipos en general y sus costos de operación y mantenimiento.

- **Tráfico telefónico:** El tráfico corresponde a uno de los análisis más importantes dentro del mantenimiento de las redes celulares, de su estudio depende el diseño de las redes de comunicación e incluso de la ubicación de las antenas. En el momento de planificar la red se debe realizar una caracterización del tráfico, para establecer la carga esperada y cumplir así con las necesidades de comunicación en los usuarios. En cuanto al tráfico telefónico, lo define como el agregado de llamadas sobre un grupo de circuitos o troncales con respecto a la dirección de la llamada y a su cantidad. La teoría de tráfico esta basada en el estudio de la congestión, las llamadas perdidas y el grado de servicio.
- **Congestión:** La congestión puede definirse como la incapacidad de la red o de sus componentes para atender una llamada o servicio en un momento determinado. Un equipo en congestión se percibe como una falla de comunicación de los usuarios; la congestión se presenta entonces cuando existen N ocupaciones simultáneas.
- **Grado de servicio:** El término grado de servicio define la proporción de las llamadas que se permite fallar durante la hora de mayor ocupación debido a la limitación por razones económicas, del equipo de conmutación de las plantas. En una oficina central con varias etapas de conmutación, existen grados de servicio que van desde 1 pérdida en 100 llamadas, hasta 1 en 1,000. El grado de servicio total es aproximadamente igual a la suma de los grados de servicio parciales.

Grado de servicio = (número de llamadas perdidas) x (número total de llamadas ofrecidas)

El tráfico en una red de comunicaciones se refiere al acumulado de todas las solicitudes de los usuarios que la red está atendiendo. En lo que a la red se refiere, las solicitudes de servicio arriban aleatoriamente y usualmente requieren tiempos de servicio impredecible. El primer paso del análisis de tráfico es la caracterización de los arribos de tráfico y tiempos de servicio en un marco probabilístico. A partir de lo cuál la red pueda ser evaluada en términos

de cuánto tráfico transporta bajo cargas normales o promedio y con que frecuencia el volumen de tráfico excede la capacidad de la red. La impredecible naturaleza del tráfico telefónico es el resultado de dos procesos aleatorios subyacentes: El arribo de llamadas y los tiempos de retención. La aparición de un usuario particular se considera por lo general que ocurre completamente al azar y que es totalmente independiente de la presencia de otros usuarios. Así que el número de arribos durante un intervalo de tiempo particular es indeterminado. En la mayoría de los casos los tiempos de retención también se distribuyen aleatoriamente. En algunas aplicaciones este crecimiento de aleatoriedad se puede sustituir por considerar tiempos de retención constantes.

- **Sistemas de pérdidas multidimensionales:** Se generalizará la teoría clásica del teletráfico y se trasciende a los sistemas de servicios integrados (RDSI y RDSI-BA). Cada tipo de servicio corresponde a un flujo de tráfico. Se ofrecen varios flujos de tráfico al mismo grupo de enlace.

Los modelos considerados están basados en una asignación de canal/segmento flexible. Pueden estar generalizados a redes arbitrarias con conmutación de circuitos y encaminamiento directo, donde se calculan las probabilidades de bloqueo extremo a extremo. Los modelos considerados son indiferentes a la distribución del tiempo de servicio y, por tanto, son resistentes a las aplicaciones. (4)

a) Dimensionado y estimación del número de estaciones base:

El dimensionado de la estación base estará en función de la cantidad de habitantes que el departamento de marketing/comercial estima tener como demanda y del tráfico que genere cada uno de estos usuarios.

Configuración de la Estación base: A Partir de los datos de demanda tenemos la cantidad de tráfico que serán servidos por nuestra estación base y que viene dada por el producto de la cantidad de usuarios por el tráfico por usuario; además dependiendo de la tecnología se obtiene determinada cantidad de canales de tráfico

Ejemplo: Para CDMA los canales trabajan como un pool de Canales para los sectores existentes en la estación base, es decir si se tiene 15 Erlangs de tráfico, utilizando la Fórmula de Erlang B se obtienen 24 canales de tráfico para la estación base; los cuales pueden ser usados en cualquiera de los sectores de la estación base.

Para GSM los canales trabajan como pool de canales pero sólo por sector; ya no para la estación completa, suponiendo los mismos 15 Erlangs y 3 sectores para la estación base; asumiendo también que el tráfico se distribuye uniformemente entre los tres sectores entonces se tendrían 5 Erlangs por sector y representan 10 canales por sector; es decir, 30 canales para la estación base; con ayuda de la formula de Erlang.

Vamos a describir un ejemplo práctico con el diseño de la EB Huanta, ubicado en el distrito y provincia de Huanta del departamento de Ayacucho, para ello se elabora la tabla a continuación descrita donde se proyecta que el distrito de Huanta y sus anexos tuvieran 10417 pobladores cubiertos:

Tabla 2.1 Tabla de proyección de pobladores cubiertos.

Variable	Item	Valor	Tipo	Formula
a	Pobladores	10417	dato	NA
b	Penetración (%)	20%	dato	NA
c	Abonados	2083	cálculo	$a \times b$
d	% abonados Postpago	20%	dato	NA
e	% abonados Prepago	80%	dato	NA
f	Abonados Postpago	416.68	cálculo	$c \times d$
g	Abonados Prepago	1666.72	cálculo	$c \times e$
h	mErl/Abonado Postago	20	dato	NA
i	mErl/Abonado Prepago	4	dato	NA
j	Tráfico Postpago (Erl)	8.33	cálculo	$f \times h / 1000$
k	Tráfico Prepago (Erl)	6.67	cálculo	$g \times i / 1000$
l	Tráfico Total (Erl)	15.0	cálculo	$j + k$
m	Cantidad de sectores	3	dato	
n	tráfico por sector (Erl)	5.0	cálculo	l/m
o	GOS	2%	dato	
p	TS TCH por sector	10	cálculo	ErlangB(n,o)
q	TS SDCCH por sector	1	dato	
r	TS BCCH por sector	1	dato	
s	TS totales por sector	12	cálculo	$p+q+r$
t	TRXs por sector	2	cálculo	redondear.mas(C20/2)

Determinación del sistema radiante: La cantidad de sectores depende básicamente del objetivo de cobertura; si sólo hubiera interés por cubrir Huanta, la simulación de la estación base es mas simple; sin embargo, como se requiere que los anexos a esta también estén comunicados se ha optado por una configuración de tres sectores.

Ubicación de zonas sin cobertura de gabinete:

La determinación de todas las zonas que se requiere cubrir, se realiza identificando los siguientes elementos:

- Se identifican los CCPPs (Centros Poblados) que podrían estar siendo cubiertos por el proyecto, para esto se utiliza un software especializado de predicción y simulación en el cuál también se puede incluir características del terreno como son: el relieve del terreno, vías de acceso, etc.
- Todo esto servirá para en adelante definir la ubicación idónea de la Estación Base.
- Con esta información se determina los candidatos desde los cuales se puede cubrir el objetivo deseado.
- Una opción es colocar la estación Base en el mismo Huanta sin embargo se dejaría sin cubrir muchos anexos que por la relación con Huanta representarían un movimiento importante de personas que también requieren cobertura. Para el caso particular se decidió seleccionar un punto más alto desde el cual se cubriera tanto Huanta como la mayor cantidad posible de Anexos.

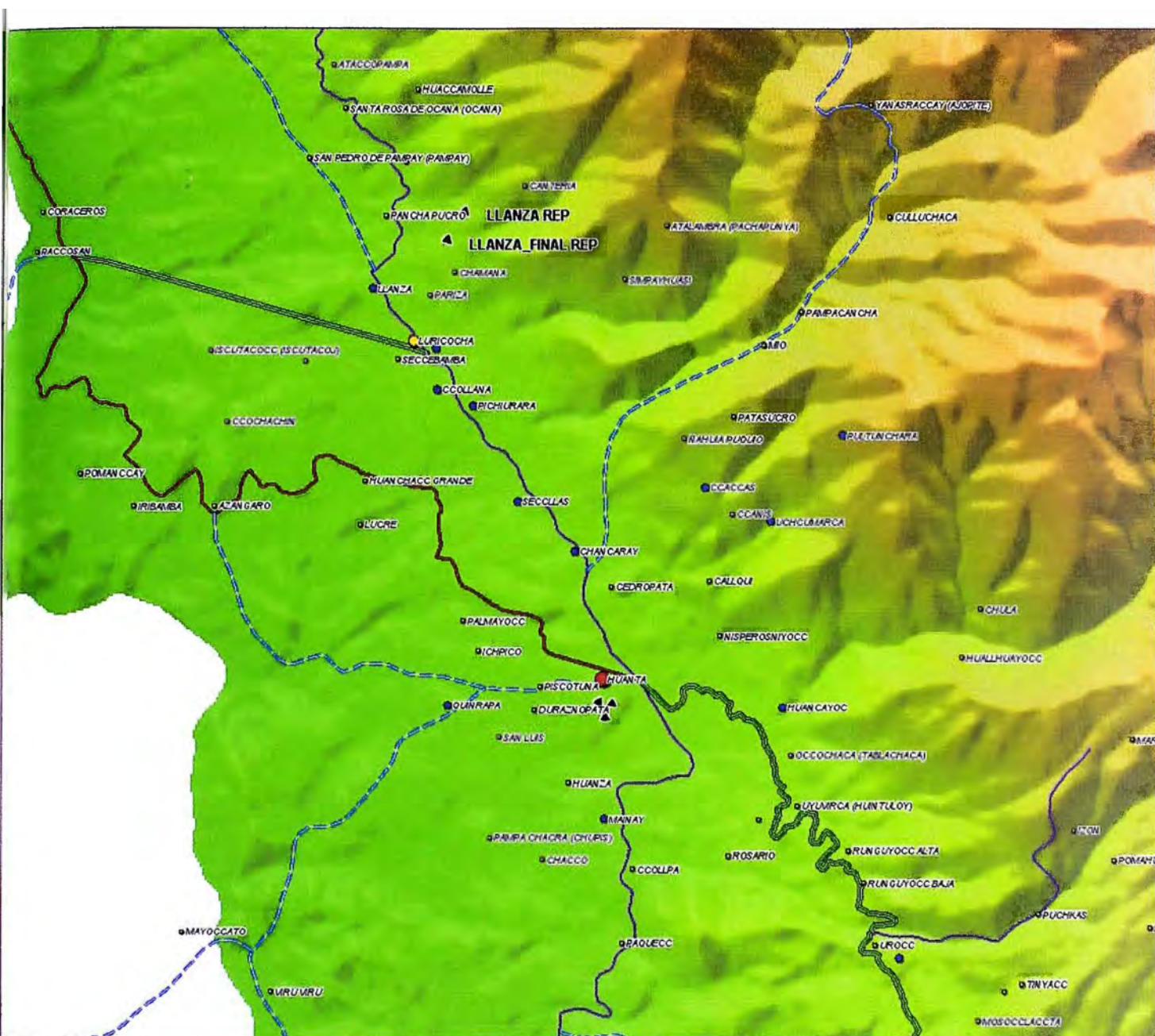


Fig. 2.1 Ubicación geográfica de Huanta y Centros Poblados que requieren ser atendidos por el proyecto

Dimensionado de la ubicación de áreas:

Para el caso de una celda rural la etapa del dimensionado del área es muy simple, debido a que no interactúa con otras celdas; es decir, es un área de localización independiente, por lo que por lo general los procedimientos son más empíricos.

Estudio y análisis de pérdidas por propagación y pérdidas por efectos multicamino:

Ambos análisis son efectuados con la ayuda de la herramienta de propagación y simulación a partir de la cual podemos obtener:

Gráfico de nivel de señal: que se presenta como una determinada zona de cierta coloración que indica el nivel de señal presente; para redes celulares podemos considerar niveles superiores a -95 dBm como niveles adecuados, para establecer llamadas satisfactoriamente en ambientes outdoor (exteriores, fuera de viviendas, al aire libre), aquellas zonas que tengan niveles superiores a -80 dBm además de contar con cobertura outdoor contarán también con cobertura indoor (en interiores, dentro de las viviendas, lugares cerrados) en este caso el resultado de la simulación sería:

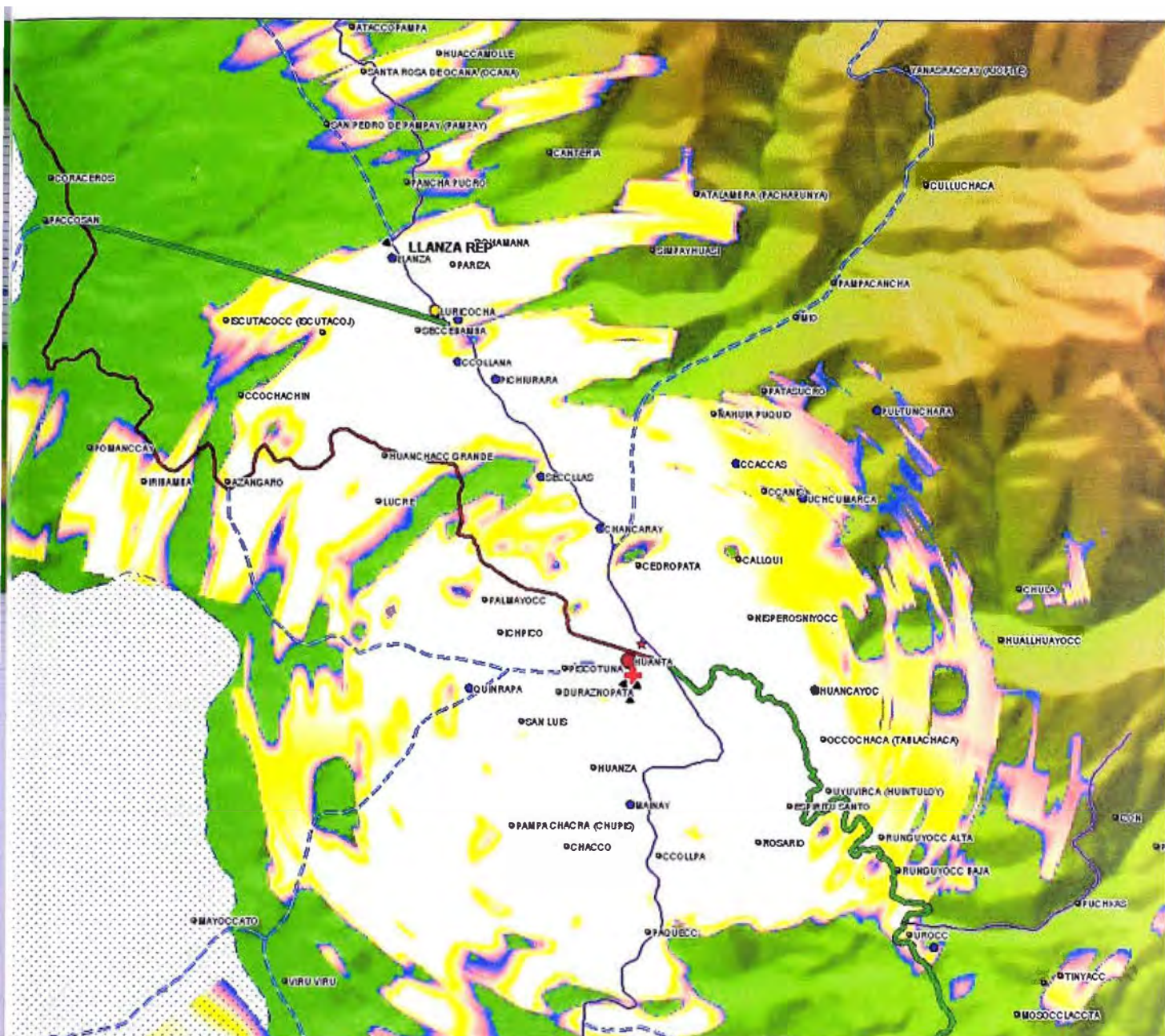


Fig. 2.2 Grafico de simulación de Cobertura con una torre de 47 mts

Si se cambia la altura de la torre de 47 m (anterior simulación) por una de 54 m se observan mejoras imperceptibles (que posteriormente podrían ser comprobadas en campo). Lo que indica que se puede implementar la estación base, sin complicaciones con 47 m.

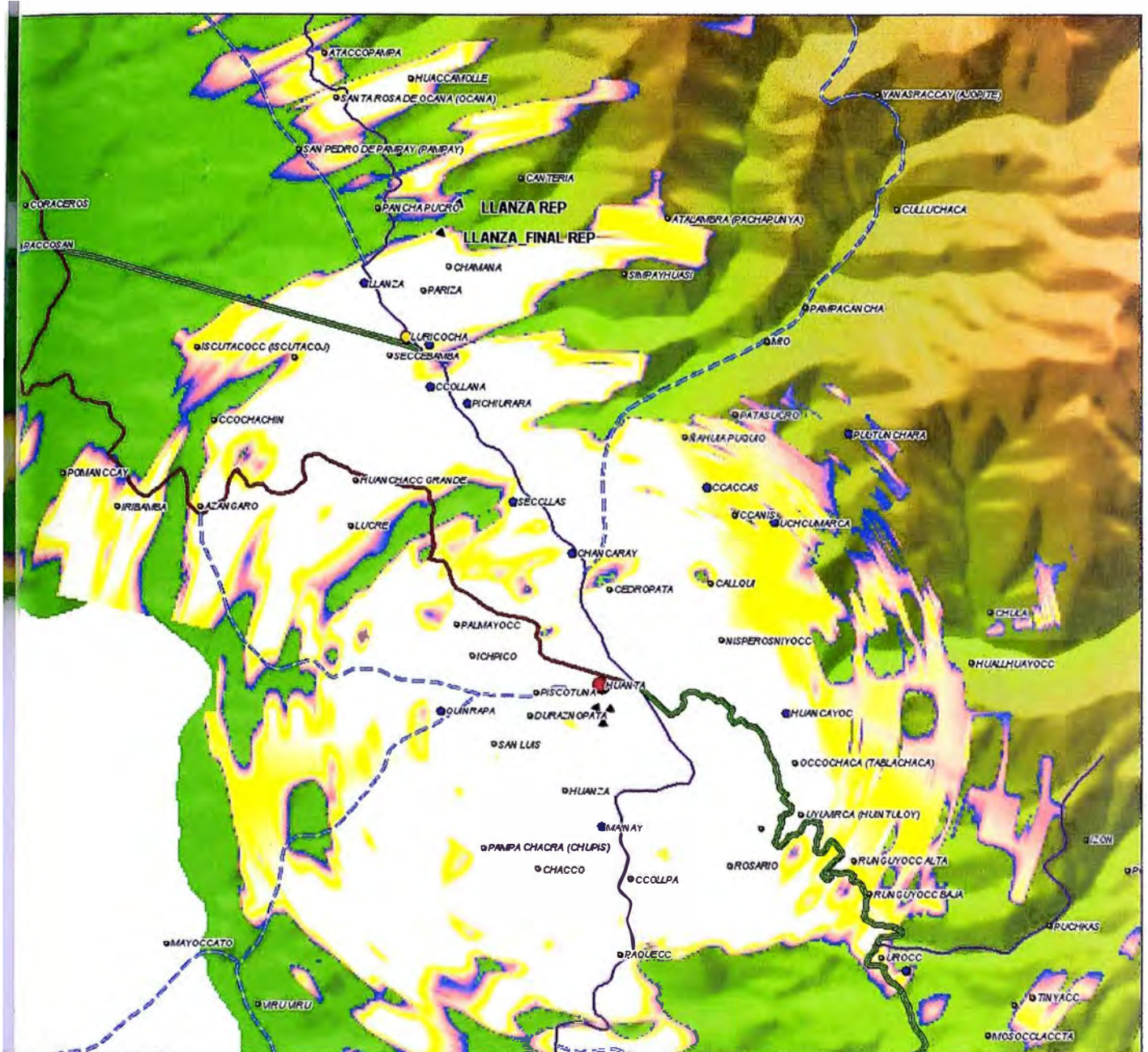


Fig. 2.3 Grafico de simulación de Cobertura con una torre de 54 mts

Gráfico de Mejor Servidor: que viene a ser el sector que predomina en determinada zona, como se observa en el grafico existen tres colores distintos que determinan cuales son las áreas de influencia de cada sector.

De esta última figura podemos deducir que el sector que cubre a Huanta en casi su totalidad es el de color Azul y una parte será cubierto por el color Celeste.

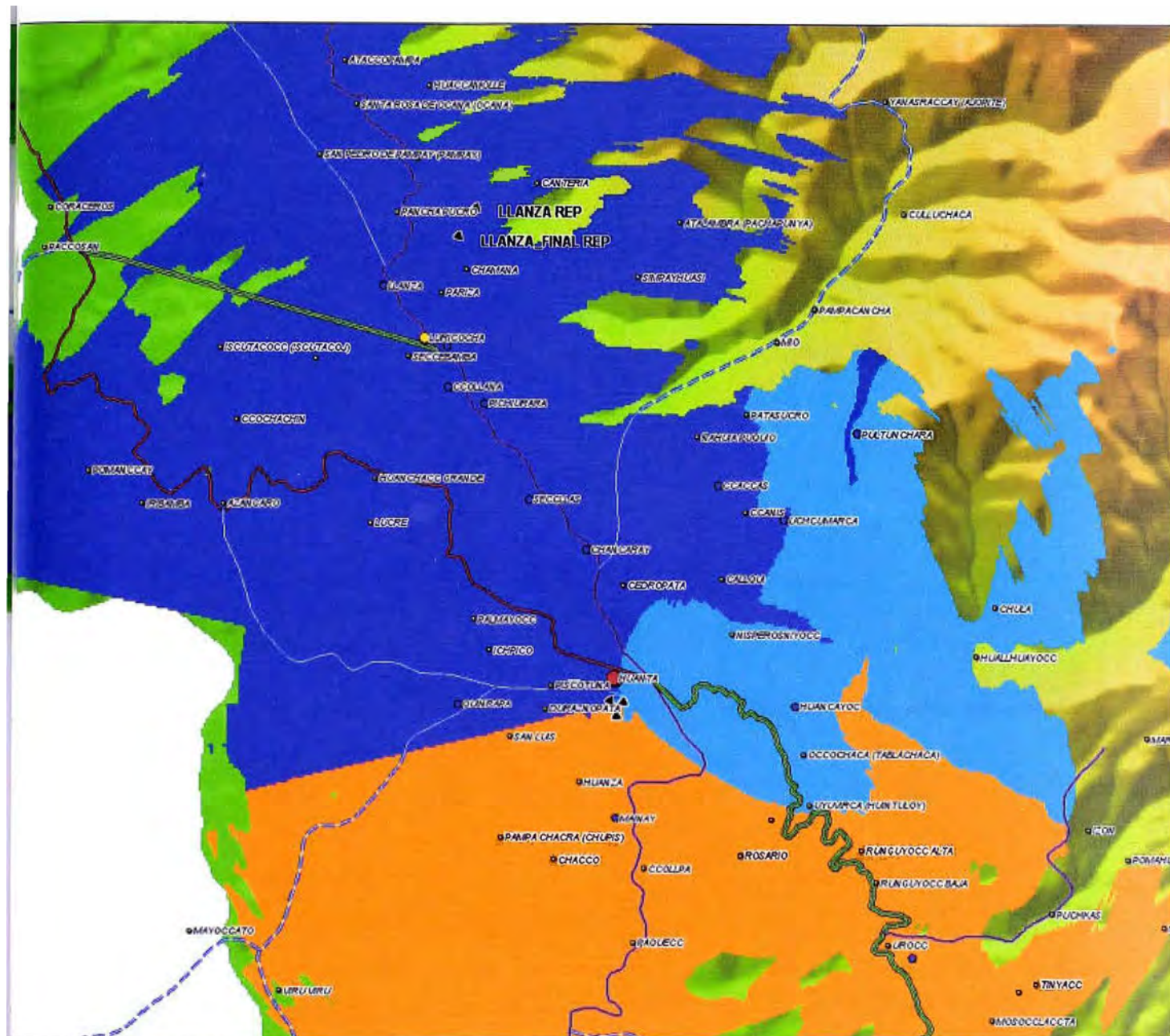


Fig. 2.4 Grafico de simulación de Cobertura identificando los tres sectores de cobertura

Elementos para optimización de la red:

A fin de tener la máxima cobertura de servicio en la zona, en el diseño se debe considerar los siguientes Parámetros Básicos para Optimización:

Configuración del Canal

- En la interfaz de radio Um, existen, para GSM850, un par de sub-bandas para la conexión a BTS-MS:

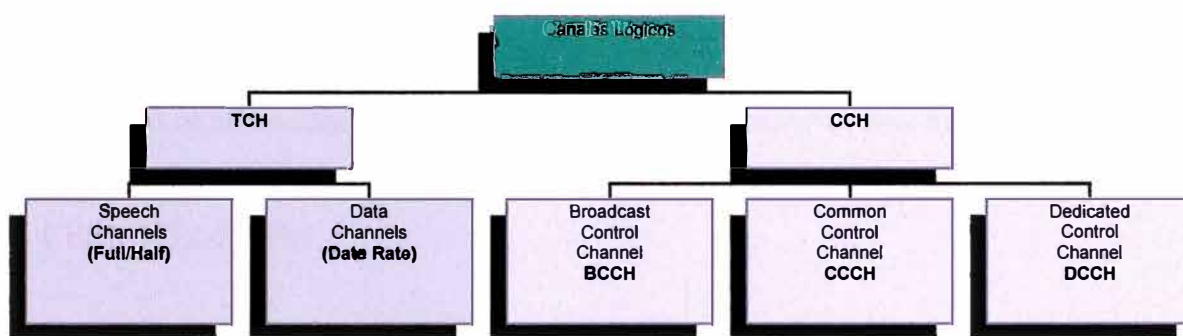
Uplink UL (MS-BTS)

824.2 – 849 MHz

Downlink DL (BTS-MS)

869.2 – 894 MHz

- Cada RFC ofrece 8 canales físicos TDMA , cada uno de 577 ms.
- Los canales físicos son divididos en canales lógicos, que se dividen en canales de tráfico y canales de control de acuerdo con la norma ETSI GSM 04.03.



- Organización del canal de una celda

TCH/F + FACCH/F + SACCH/F	TCHFULL
FCCH + SCH + BCCH + CCCH (AGCH + PCH + RACH)	MAINBCCH
FCCH + SCH + BCCH + CCCH + 4 (SDCCH + SACCH)	MBCCHC
8 (SDCCH + SACCH)	SDCCH
TCH/H (0) + (FACCH/H (0) + SACCH/H (0)) + TCH/H (1)	TCHF_HLF
FCCH + SCH + BCCH + CCCH + 3 (SDCCH + SACCH) + CBCH	BCBCH
7 (SDCCH + SACCH) + CBCH	SCBCH
BCCH + CCCH	CCCH
TCH/H (0,1) + FACCH/H (0,1) + SACCH/H (0,1) ou TCH/F + FACCH/F + SACCH/TF ou SDCCH/8 + SACCH/C8	TCHSD

- Configuración del Canal de Control

La probabilidad de bloqueo es función de:

- Disponibilidad del SDCCH;
- Disponibilidad del TCH;
- Tiempo de espera en cola de TCH, si “queuing” es utilizado (parámetro de BTS);
- Tiempo para establecimiento de llamada.
- Canales dedicados

Cell Selection

Es el acceso inicial de un MS en una Celda.

- Para esto el MS escanea todos los BCCH hasta encontrar el más fuerte pasando al estado “CAMPED NORMALLY” y si esto no es posible pasa al estado “ANY CELL SELECTION”.
- Este estado se da cuando el MS entra en un área de cobertura

Reselección

- Una vez que el MS está seleccionado en una celda servidora (estando Idle Mode), él reselecciona otra celda más apropiada al detectar ciertas condiciones favorables.
- Desde el punto de vista del MS, vale la pena reseleccionar una celda cuando el nivel de señal recibido de una vecina es mejor que el nivel de señal de la celda actual.
 - MS de fase 1: $C1_{vecina} > C1_{servidora}$
 - MS de fase 2: Puede usar tanto el criterio C1 cuanto un criterio C2, habilitado por el parámetro CELL_RESELECT_PARAM_IND (CRESARI). Este criterio C2 depende de un temporizador T, de un Tiempo de Penalización (PENTIME) y de los parámetros TEMPOFF e CRESOFF.

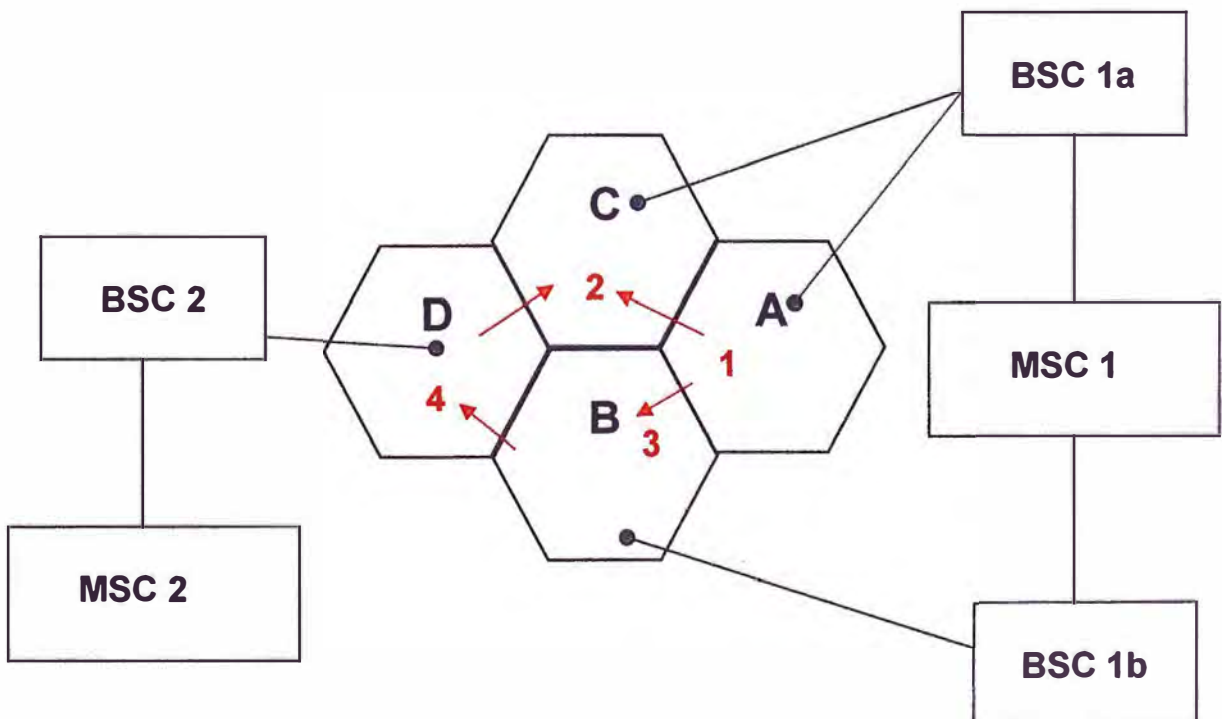
Handover

EL HO es un intercambio de canalización (TRX o timeslot). Generalmente por motivos de degradación de la señal o por congestión de la celda, con el objetivo de preservar la llamada del usuario sin interrupción de la misma.

- Tipos de HO:
 - Intracell HO – Cuando la MS cambia de timeslot o de TRX en la misma celda.
 - Intra BSC HO – Cuando la MS cambia de una celda en una BSC a otra celda de la misma BSC.
 - Inter BSC HO – Cuando la MS cambia de una celda de una BSC a otra celda de otra BSC
 - Inter MSC HO – Cuando la MS cambia de celda de una MSC para otra celda unida a otra MSC

Cuando las celdas involucradas en HO son de la misma MSC el HO se clasifica también como intra MSC HO.

Ejemplo ilustrativo:



Reducción de Interferencia

Objetivos

- Adaptar las potencias transmitidas, tanto del móvil (uplink) como de la BTS (downlink), las condiciones de recepción
- El control de potencia es aplicado separadamente para cada canal lógico
- Así como es aplicado en el downlink, las transmisiones de la frecuencia del BCCH no son afectadas por el control de potencia, siendo efectuadas en "full power"

Principales Beneficios

- Reducción de la interferencia sentida por usuarios utilizando el mismo canal
- Reducción en el consumo medio de energía (principalmente para el móvil)

Jerarquía

- Aumentar la capacidad de tráfico del sistema
 - La utilización de micro-celdas permite atender zonas de alto tráfico utilizando celdas con pequeño radio de cobertura;
 - Tales micro-celdas deben ser parte de una red jerarquizada con por lo menos dos capas distintas de celdas.
- Necesidad de utilización de macro-celdas
 - Para obtener una cobertura global;
 - Para rescatar llamadas en el caso de una disminución repentina de la calidad de la conexión;
 - Para atender móviles de alta velocidad;
 - Para atender el tráfico que excede la capacidad de las micro-celdas (todos los canales de tráfico ocupados);
 - Como sistema redundante en caso de falla de las micro-células.
- Capa superior: macro-celdas
 - Alta potencia de transmisión
 - Antenas sobre el nivel de los techos
 - Cobertura global

- Capa inferior: micro-células
 - Baja potencia de transmisión
 - Antenas debajo del nivel de los techos Y/O dentro de predios
 - Cobertura de zonas de alto tráfico
 - Atiende móviles de baja velocidad

Atendiendo a los móviles de alta velocidad con macro-células se disminuye la probabilidad de caída de llamada y la carga de señalización asociada a los handovers.

b) Dimensionado y estimación del número de repetidoras:

Si además de brindar cobertura a Huanta se requiere cubrir algún otro anexo importante que no sea cubierto ya por la estación base, la solución será de un repetidor de cobertura exterior, en este caso del gráfico de simulación se obtiene un solo repetidor, que se ubicará en Llanza.

Determinación del nivel de señal mínimo en un emplazamiento: Uno de los requisitos para implementar un repetidor viene a ser el nivel de señal recibido en el punto donde deseamos implementar el mismo y que podría estar restringido por especificaciones del equipo que se requiere instalar; algunos proveedores necesitan de un nivel de señal mínimo para la repetición (digamos -80 dBm).

Determinación de la celda donadora a usar: Por medio del software de Simulación Celular se puede determinar cual es el sector que este cubriendo la zona en la que se ubicará el repetidor, una vez en el campo y por medio de teléfonos de diferentes tecnologías y con su respectivo modo de ingeniería activado se determinará la estación base donadora que tiene el nivel deseado para repetir (-80 dBm como mínimo a nivel del piso).

Determinación de la antena donadora y de cobertura: De igual modo para mejorar el nivel de señal observado en el Teléfono móvil usamos antenas con determinadas características: como son el ancho de haz, ganancia de la antena, dimensiones, etc. Para antenas donadoras de preferencia se usan antenas de alta ganancia (entre 16 y 21 dBm) y de ancho de haz fino (entre 30° y 60°)

Para las antenas de cobertura la variedad es mayor pues depende de la dispersión de la población van de ancho de haz desde 30° hasta 90° y con ganancia entre 12 y 18 dBm.

En algunos casos de ser necesarios se utilizan splitters para instalar 2 sectores en el repetidor.

c) Análisis económico-financieros:

La proyección financiera es un cálculo de cómo será la situación futura de la economía del proyecto.

Este cálculo se realiza fundamentándose en los datos elaborados con anticipación.

Es uno de los aspectos más importantes del estudio de factibilidad, pues nos dirá si el proyecto será sostenible económicamente y de ahí sabremos cuántas serán las utilidades o ganancias esperadas.

Las proyecciones financieras se cimientan en dos aspectos importantes:

- Proyección de **Estados de Ganancias y Perdidas** para los próximos años del proyecto.
- Proyección de **Flujo de efectivo o Flujo de caja** para los próximos años del proyecto. Incluye la fase de instalación.

Cuadro 2.1 Proyección de Ganancias y Pérdidas.

Evaluación de una EB		5 años						Total	
Periodo de Evaluación		Expresado en dólares americanos							
		Año	0	1	2	3	4	5	Total
Inversión									
	Instalación de tanque de 200 G		1.000						1.000
	Obras civiles varias Puerta de ingreso		1.500						1.500
	Obras civiles, techo y losa de GE		1.500						1.500
	Secuenciador de transferencia		5.000						5.000
	Infraestructuras y equipos RF			372.000					372.000
	Equipos			161.234	80.617	53.745	53.745	26.872	376.213
757.213	Total Inversión		9.000	533.234	80.617	53.745	53.745	26.872	757.213
Ingresos									
	Trafico Esperado			180.000	288.000	360.000	482.000	468.000	1.728.000
	Venta de Equipos			114.838	57.419	38.279	38.279	19.140	267.954
1.995.954	Total Ingresos			294.838	345.419	398.279	470.279	487.140	1.995.954
Gastos									
	Combustible			46.800					46.800
	Arrendamiento de enlace			24.000	24.000	24.000	24.000	24.000	120.000
	Mantenimiento				2.400	2.400	2.400	2.400	9.600
	Consumo de energía				3.000	3.000	3.000	3.000	12.000
	Comisiones			40.470	20.235	13.490	13.490	6.745	94.431
	Efecto Participación Trabajadores	10%	0	18.267	25.768	31.729	38.929	41.289	155.982
	Efecto Impuesto a la Renta	30%		49.320	69.575	85.668	105.108	111.482	421.152
	Efecto Management Fee	0%	0	6.254	8.854	10.466	12.472	13.065	51.102
911.068	Total Gastos			185.112	153.833	170.743	199.399	201.982	911.068
327.673	Flujo de Caja Económico		-9.000	-423.508	110.969	173.791	217.135	258.286	327.673

ANÁLISIS	
Valor Actual Neto	93.861
TIR	23,00%
Payback (Años)	4,32
WACC	1,04%
WACC Anual	13,25%

		0	1	2	3	4	5			
Estado de Resultados										
1.995.954	Ingresos	0	294.838	345.419	398.279	470.279	487.140	1.995.954		
282.831	Gastos (sin incluir depreciación)	0	111.270	49.635	42.890	42.890	36.145	282.831		
153.300	Depreciación CAPEX	0	900	38.100	38.100	38.100	38.100	153.300		
436.131	Total Gastos	0	112.170	87.735	80.990	80.990	74.245	436.131		
1.559.824	Utilidad Imponible	0	182.667	257.684	317.289	389.289	412.895	1.559.824		
	Efecto Participación Trabajadores		10%	0	18.267	25.768	31.729	38.929	41.289	155.982
	Efecto Impuesto a la Renta		30%	0	49.320	69.575	85.668	105.108	111.482	421.152
982.689	Utilidad Neta	0	115.080	162.341	199.892	245.252	260.124	982.689		
1.557.141	EBITDA	0	165.301	270.015	323.660	388.460	409.705	1.557.141		
19.960	Efecto M. Fee Ingresos		1%	0	2.948	3.454	3.983	4.703	4.871	19.960
31.143	Efecto M. Fee EBITDA		2%	0	3.306	5.400	6.473	7.769	8.194	31.143
51.102	Efecto Management Fee	0	6.254	8.854	10.456	12.472	13.065	51.102		

2.2 Aspectos legales y de factibilidad del proyecto:

2.2.1 Estudio y análisis de factibilidad:

Por factibilidad o sostenibilidad se entiende la capacidad del proyecto para ejecutarlo efectivamente y obtener el impacto previsto.

La factibilidad integra una combinación de factores internos y externos del proyecto relacionados con los objetivos y el contexto en el cual se desarrollará.

Estos factores son tangibles como dinero, edificios, equipos, vehículos, tamaño del equipo humano, o intangibles como tecnología, conocimientos, habilidades, destrezas, actitudes.

Existen varios factores que influyen en la sostenibilidad de un proyecto u organización, cuya relación debe mantenerse en equilibrio.

La factibilidad del proyecto se valora por medio de las siguientes variables:

- Factibilidad técnica
- Factibilidad organizativa
- Factibilidad financiera
- Factibilidad contextual

a) Factibilidad técnica (Fortalezas y debilidades técnicas)

La factibilidad técnica es la capacidad del proyecto para aplicar con efectividad el método y la tecnología.

La factibilidad técnica será valorada tomando en cuenta los siguientes indicadores.

Tabla 2.2 Indicadores de evaluación de factibilidad técnica.

INDICADOR	Escala				
	1	2	3	4	5
1. Grado de validez del método de trabajo propuesto para cumplir con los objetivos.					
2. Grado de manejo del método de trabajo propuesto					
3. Grado de validez de la tecnología propuesta					

4. Suficiencia de la cantidad y calidad de los recursos humanos, materiales y económicos requeridos	
5. Convenio de asistencia técnica establecido	
6. Capacidad técnica de los beneficiarios	
7. Otros	

b) Factibilidad organizativa (fortalezas y debilidades organizativas)

La factibilidad organizativa se refiere a las condiciones grupales y administrativas que indican la capacidad para proponerse y obtener resultados en común.

A continuación se presentan como ejemplo algunos indicadores para valorar la factibilidad organizativa.

Tabla 2.3 Indicadores de evaluación de factibilidad organizativa.

INDICADOR	Escala				
	1	2	3	4	5
1. Relevancia de los logros obtenidos por el proyecto.					
2. Capacidad administrativa. Se refiere a la capacidad de los dirigentes, administrador y/o gerente para gestionar el proceso administrativo del proyecto en sus fases de: Planificación, integración del personal a sus funciones, Organización del trabajo, dirección de las actividades, monitoreo y evaluación de resultados y desempeño. La capacidad administrativa también se puede medir por medio de: generación de excedentes o utilidades, manejo de información relevante, capacidad de negociación, diversificación de productos.					

3. Participación comunitaria en el proceso de formulación, ejecución , distribución de beneficios y contribución en el proyecto	
4. División adecuada de funciones y responsabilidades	
5. Procedimientos contables y administrativos conforme a estándares reconocidos	
6. Experiencia del equipo de trabajo en planificación, formulación, ejecución y evaluación de proyectos ambientales y/o productivos	
7. Cohesión grupal	
8. Actitudes orientadas hacia el logro (responsabilidad, perseverancia, apoyo mutuo, contribución)	
9. Aporte de los socios y/o beneficiarios al proyecto	
10. Otros	

c) Factibilidad económica (Fortalezas y debilidades económicas)

La factibilidad económica es la capacidad del proyecto ejecutora respecto a la disponibilidad de recursos de capital para su funcionamiento en general y para la ejecución del proyecto.

Tabla 2.4 Indicadores de evaluación de factibilidad organizativa.

INDICADOR	Escala				
	1	2	3	4	5
1. Situación de balance de situación (activos, pasivos y patrimonio de el proyecto)					
2. Situación de estado de resultados (ingresos, egresos y saldo) durante el último año.					
3. Proyección de flujo de caja					
4. Aporte de los socios y/o beneficiarios al proyecto					
5. Aporte de otros al proyecto					
6. Suficiencia del conjunto de recursos (Organización y Otros) para financiar las actividades del proyecto					
7. Si el proyecto es de producción o servicios, proyección de: <ul style="list-style-type: none"> • Mercado de sus productos • Volumen de producción de un año de operación • Utilidades (ingresos menos costos totales) 					
8. Sostenibilidad del proyecto después de que finalice el financiamiento					
9. Capacidad de pago de créditos					
10. Otros					

d) Factibilidad contextual (oportunidades y amenazas del entorno)

Para definir la factibilidad contextual del proyecto se enfoca la compatibilidad de la contribución del proyecto con las condiciones del entorno, así como los factores que pueden facilitar o dificultar la ejecución e impacto del proyecto.

En esta escala se considera:

- Alta amenaza
- Moderada amenaza
- Baja oportunidad, baja amenaza
- Moderada oportunidad
- Alta oportunidad

Se puede valorar tomando en cuenta los siguientes indicadores:

Tabla 2.5 Indicadores de evaluación de factibilidad contextual.

INDICADOR	Escala				
	1	2	3	4	5
1. Factores externos que pueden facilitar o dificultar el desempeño y/o el impacto del proyecto					
2. Aumento o disminución de riesgos					
3. Condiciones ambientales, clima, plagas, características del terreno					
4. Obstáculos o restricciones					
5. Competidores					
6. Precios de compra o venta					
7. Negociaciones					
8. Problemas del producto y/o servicio					

9. Permisos	
10. Acceso a recursos materiales, económicos o técnicos	
11. Otros	

2.2.2 Evaluación legal y de reglamentación:

El Estado Peruano ha establecido los Límites Máximos Permisibles para las actividades de Telecomunicaciones mediante el DS No. 038-2003-MTC, publicado el 06 de julio de 2003 en el Diario Oficial El Peruano. Asimismo se han publicado diversas normas complementarias a dicho Decreto Supremo:

- RM No. 610-2004-MTC/03: Directiva sobre Procedimiento de Supervisión y Control de Límites Máximos Permisibles de Radiaciones no Ionizantes, publicado el 17 de agosto de 2004.
- RM No. 612-2004-MTC/03: Lineamientos para el Desarrollo del Estudio Teórico de Radiaciones no Ionizantes, publicado el 18 de agosto de 2004.
- RM No. 613-2004-MTC/03: Norma Técnica sobre Protocolos de Medición de Radiaciones no Ionizantes, publicado el 19 de agosto de 2004.

En base a esta reglamentación, diversas Municipalidades han empezado a reglamentar la instalación de estaciones radioeléctricas, en especial las comprendidas en el Servicio Público Móvil.

Por tanto, la implantación del proyecto y de otro cualquiera con estas características contiene necesariamente estos estudios, así como las autorizaciones correspondientes.

2.2.3 Evaluación de impacto ambiental y contaminación:

El término “Evaluación de Impacto Ambiental” tiene hoy diferentes sentidos. Por este término, se designan diferentes metodologías, procedimientos o herramientas, que se emplean por agentes públicos y privados en el campo de la Planificación y la Gestión Ambiental. Se utiliza para describir los impactos ambientales resultantes de los proyectos de ingeniería, de obras o actividades humanas de cualquier tipo, tanto

incluyendo los impactos causados por los procesos productivos, como los productos de esa actividad. También se emplea, para describir los impactos que pueden provenir de una determinada instalación a ser implantada, así como para designar el estudio de los impactos, que ocurrieron o están ocurriendo como consecuencia de un determinado emprendimiento o un conjunto de acciones humanas. Así, es común encontrar, bajo la denominación de evaluación de impacto ambiental, actividades tan diferentes como:

- Previsión de los impactos potenciales que un determinado proyecto de ingeniería podría causar, en caso de ser implantado;
- Estudio de las alteraciones ambientales ocurridas en una determinada región o determinado lugar, como consecuencia de una actividad individual, o de una serie de actividades humanas, pasadas o presentes; en esta acepción, la evaluación de impacto ambiental, es también llamada evaluación del daño ambiental, o evaluación del pasivo ambiental, ya que se preocupa de los impactos ambientales negativos;
- Identificación e interpretación de los “aspectos e impactos ambientales”, resultantes de las actividades de una organización, en los términos de las normas técnicas de la serie ISO 14 000;
- Análisis de los impactos ambientales resultantes del proceso de producción, de la utilización y desperdicio de un determinado producto; esta forma particular de evaluación de impacto ambiental, también se conoce como análisis del ciclo de vida.

Para cada una de las cuatro actividades, anteriormente descritas como evaluación de impacto ambiental, se han desarrollado metodologías y herramientas específicas, lo que es natural, pues sus objetivos son diferentes. A pesar de todas estas afirmaciones ser válidas, y que sea defendible el uso del término de evaluación de impacto ambiental para todas las actividades anteriormente descritas, el término surgió y fue institucionalizado para designar el primer sentido, o sea, el de prever las consecuencias futuras sobre la calidad ambiental de las decisiones que se toman hoy.

Para que se pueda dar una visión razonablemente completa de la Evaluación de Impacto ambiental (EIA), es preciso utilizar dos enfoques distintos, pero complementarios. El primer enfoque estudia el proceso de EIA, o sea, los procedimientos y las diferentes actividades que deberán ser ejecutadas para identificar, prever, y evaluar la importancia de las consecuencias futuras de las decisiones actuales.

En el segundo enfoque, se centra en los métodos y las herramientas de identificación, previsión y evaluación de los impactos ambientales y, en particular, la realización del estudio de impacto ambiental (EsIA).

Deberían ser considerados impactos significativos aquellos que:

- Afecten la salud o seguridad del hombre,
- Afecten la oferta o disponibilidad de empleos o recursos a la comunidad local;
- Afecten la media, o varianza, de determinados parámetros ambientales (significancia estadística);
- Modifiquen la estructura o función de los ecosistemas o coloquen en riesgo especies raras o amenazadas (significancia ecológica);
- El público considere importante.

La lista arriba mencionada contempla criterios de orden científico y social. De esta forma, si hay componentes del ecosistema - o cualquier otro elemento - que pueden ser afectados por la obra y que la población considera relevantes.

a) Estructura del estudio de impacto ambiental

Para realizar el estudio de impacto ambiental se debe considerar la siguiente estructura:

a.1) Introducción

- Localización y accesos
- Presentación de la empresa proponente
- Objetivos y justificación de la inversión
- Historia del emprendimiento
- Legislación vigente y compatibilidad del proyecto
- Planes y programas gubernamentales y compatibilidad del proyecto

a.2) Descripción de la inversión y sus alternativas

- Alternativas consideradas
- Criterios de selección y justificación de la elección
- Actividades y componentes en las etapas de implementación, operación y desactivación
- Cronograma

a.3) Diagnóstico ambiental

a.4) Análisis de los impactos

- Metodología adoptada
- Identificación, previsión y evaluación de los impactos

a.5) Programa de gestión ambiental

- Medidas mitigadoras, compensatorias y de valorización
- Programa de monitoreo y seguimiento.
- Cronograma de implementación

a.6) Bibliografía

a.7) Equipo técnico

a.8) Anexos

- Mapas, cuadros, figuras, fotos.
- Estudios específicos.

CAPITULO III

PROCEDIMIENTOS PARA EL DISEÑO DE INGENIERIA DEL PROYECTO

3.1 Visión top-down del proyecto:

Para el desarrollo del Proyecto correspondiente a una Estación Base Celular se contempla el siguiente procedimiento:

- El estudio en gabinete presenta una incertidumbre considerable de alcanzar la cobertura esperada desde el sitio escogido, se requerirá la realización de un estudio de cobertura en sitio, denominado Estudio de Punto Cero.
- Este estudio consiste en la verificación real de cobertura mediante la implantación temporal de una torre de altura similar a la especificada, el montaje de antenas con la orientación indicada y la conexión de un transmisor en el rango de frecuencias y potencias de operación del equipo final. Con este arreglo se efectúa un drive test en el área de cobertura esperada y se determina el cumplimiento del objetivo.
- Determinación de la ubicación del emplazamiento.
- Al desarrollara el punto cero se comprueba la cobertura obtenida en estudio de gabinete y de acuerdo a ello se ratifica el lugar elegido o se determina otra ubicación.
- Saneamiento
- Una vez determinadas las ubicaciones probables a elegir, se procede a efectuar los trámites de saneamiento en cada uno de los sitios probables, en los cuales se determina si la implantación es factible desde el punto de vista legal. A este proceso pertenecen los trámites de obtención del Certificado de inexistencia de restos arqueológicos (CIRA), la comprobación de la propiedad, la obtención de licencias de funcionamiento y la factibilidad de cierre de un contrato de arrendamiento con el propietario.
- Elaboración del Proyecto de Ingeniería de la Estación Base
- Realizado el saneamiento del emplazamiento donde se va desarrollar el proyecto de la Estación Base, se ejecuta el diseño de la ingeniería del mismo, considerando para

ello todas las especificaciones y normas vigentes tanto en la empresa como en las entidades gubernamentales a fin de ser aprobados y obtener los permisos necesarios para su ejecución.

3.2 Determinación y desarrollo del punto cero:

El presente estudio consiste en la evaluación de un punto estratégico para la implantación de una futura estación base para el servicio de Telefonía Móvil Celular con la finalidad de brindar cobertura a toda la ciudad de Huanta en Ayacucho y a los pueblos cercanos a la ciudad.

El estudio se realizó teniendo como base la información que se obtuvo de la evaluación ejecutada en gabinete, que consistió inicialmente en ubicar los puntos sugeridos desde el cual, sin causar interferencia alguna en la zona, se cumpliera el objetivo de cubrir con señal celular en un futuro todas las zonas de estudio relacionados con Huanta (poblados, carreteras, zonas urbanas, etc.) que actualmente no cuentan con este servicio.

3.2.1 Descripción de la zona:

El cuadrángulo de Huanta se halla ubicado en los departamentos de Ayacucho y Huancavelica en los Andes centrales del Perú, entre los 12°30' y 13°00' de latitud Sur y 74°00' y 74°30' de longitud Oeste.

El área presenta una geografía muy variada, tanto en su forma, altitud, clima, hidrografía así como en su vegetación. El cuadrángulo está constituido por tres grandes unidades geográficas: la Cordillera Occidental, Cordillera Oriental y Valles Interandinos; las cuales están dominados por climas que varían desde el tipo Cw (templado, Moderado, Lluvioso) hasta, localmente Efh (Frío de Alta Montaña). Las notables diferencias en altitud han originado la presencia de cinco regiones naturales: Yunga, Quechua, Suni, Puna, y Janca. El territorio está repartido en tres grandes cuencas hidrográficas: de los ríos Mantaro, Apurímac y Pampas.

Los procesos naturales de degradación y agravación ocurridos sobre el área han generado la presencia de diversas unidades geomorfológicas, cada una de las cuales mantienen una estrecha relación genética con la estructura, el tipo de roca, la altitud y el clima del área en la cual se presentan. Así, se han definido siete geoformas, denominadas: Cordillera Oriental, Estribaciones Orientales de la Cordillera Occidental, Laderas, Depresiones, Valles Lomadas y Cono Volcánico.

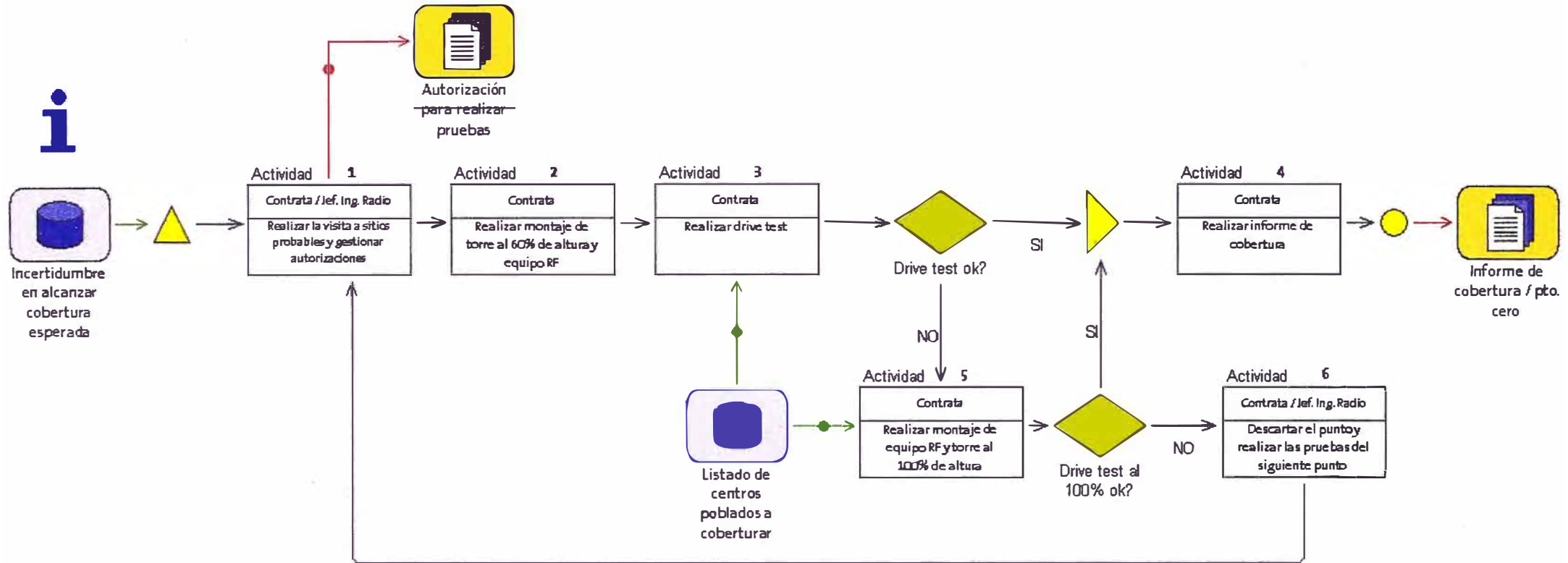


Fig. 3.1 Diagrama de flujo del proceso punto cero



Fig. 3.2 Plaza Principal de Huanta



Fig. 3.3 Municipalidad de Huanta

3.2.2 Equipamiento empleado:

Para el estudio, se utilizó equipos de tecnología que permitan simular la potencia que entregaría una estación base real y la infraestructura necesaria para el sistema radiante que nos permita irradiar la señal celular.

Entre los equipos y materiales utilizados para la realización del trabajo se tiene:

- Equipo de Medición INVEX 1X – Andrew.
- Computador Portátil.
- Equipo Transmisor RF – Banda 800Mhz.
- Vatímetro.
- Antenas Sectoriales de acuerdo a las necesidades de cobertura.
- Torre ventada de 25 metros.
- Camioneta 4x4
- GPS Garmin plus
- Brújulas
- Grupo Electrónico
- Baterías de respaldo
- Rectificador de 24 VDC
- Planos Cartográficos del lugar

3.2.3 Procedimiento de trabajo:

Como fase inicial se realizó la visita a cuatro puntos probables para realizar el trabajo de punto cero, se decidió por el punto más óptimo ya que tenía línea de vista directa a las áreas más importantes a cubrir, y con todas las facilidades de acceso.

El lugar elegido fue el depósito Municipal de Huanta que contaba con una torre auto soportada de Televisión de 40 m. de altura, luego de analizar las características del terreno se procedió con el análisis de accesibilidad de los puntos de transmisión para realizar las pruebas de cobertura.

Ubicado el emplazamiento se procedió a la búsqueda del propietario o a la persona encargada del terreno, que en este caso fue la misma Municipalidad de Huanta representada por su Alcalde, con quien se coordinó el acceso, previa explicación del trabajo a realizar.

Una vez ubicado el punto y contando con la autorización del acceso, se procedió a dar inicio a la instalación del equipamiento para realizar las pruebas de cobertura, realizándose los siguientes trabajos:

- Instalación del rectificador de 24 VDC – 50 A energizándolo desde un interruptor termo magnético de 20 A del tablero de distribución de energía AC.
- Instalación del equipo Transmisor RF – Banda 800Mhz, energizándolo desde el rectificador.
- Instalación del sistema radiante a una altura de 38 metros de la torre, con tres sectores y una antena por sector, separadas entre ellas 120°.
- Instalación de los equipos de medición y el receptor en la camioneta, para realizar las pruebas de recepción.



Fig. 3.4 Sala de equipos



Fig.3.5 Torre con sistema radiante

3.2.4 Estudio de campo

- **Datos del punto de prueba**

Datos del Propietario

Alcalde de la Ciudad de Huanta: Dr. Alejandro Córdova.

Numero Telefónico: 066 – 322508

Correo Electrónico: alecordovahuanta@hotmail.com

Provincia: Huanta

Departamento: Ayacucho

Datos del Lugar Punto Cero

Terreno: Torre TV (canales de Televisión Nacional)

Propietario: Local Municipal de Huanta

Ubicación Geográfica: S 12° 56' 18.7"

W 74°14' 57.2"

Altitud: 2668 msnm. (GPS)

2505 msnm. (Altímetro)

Altura de Torre existente: 40 m.

Acceso al lugar: Azotea de aproximadamente 3m.

Transmisión

Torre:

Altura de Torre utilizada: 40 m

Altura de Torre sugerida: 50 m (1)

Modelo de antena

Sector 1: Antel BXA 80063 / 8CF

Sector 2: Antel BXA 80090 / 8CF

Sector 3: Antel BXA 80090 / 8CF

Downtilt

Sector 1: 1°

Sector 2: 4°

Sector 3: 4°

Azimut

Sector 1: 310°

Sector 2: 65°

Sector 3: 190°

Parámetro de evaluación: RSSI

Canal de Prueba del Transmisor: 383

Potencia del Transmisor: 5w

Las pruebas se realizaron en una torre de televisión de propiedad de la Municipalidad, dicha torre tiene una altura de 40 m. Se recomienda hacerla crecer 10 m., para así poder cubrir una mayor distancia y mejorar los niveles en las zonas que están siendo afectadas, el crecimiento de la infraestructura de la torre tiene que complementarse con un reforzamiento en dicha torre, tal como la instalación de vientos, ya que no existe seguridad en los ya existentes.



Fig. 3.6 Estructura de Torre



Fig. 3.7 Antenas de Punto Cero

3.2.5 Pruebas realizadas

La cobertura ha sido calculada con un sistema trisectorial de 310° , 65° y 190° grados de azimut. (Usando Antenas con aperturas horizontales de 60° y 90°).

- Para el Sector 1 de 310° de azimuth se utilizó una antena de apertura Horizontal de 60° con el que se logra tener una óptima cobertura y una adecuada recepción en todo el distrito de Luricocha (a 4.2 Km de la plaza principal Huanta), en el distrito Jasier, en el pueblo de Malloc, en el pueblo de Churcampa, teniendo buen nivel en los colegios, escuelas profesionales, zonas frutícolas, hospital de apoyo Huanta y dentro de las viviendas. También se cubre hacia la dirección de la selva de Huanta (a 5.7 Km. de la plaza principal de Huanta) donde se tuvo un adecuado nivel de recepción.
- Para el Sector 2 de 65° de azimuth se utilizó una antena de apertura Horizontal de 90° con la que se llegó a cubrir con óptimos niveles la zona urbana de todo el distrito de Huanta, centros educativos, el Poder Judicial, institutos Pedagógicos y tecnológicos, hospital Essalud, el Mirador Turístico “Cristo Blanco” ubicado a 2 Km. de la plaza Huanta, además se llega a cubrir gran parte la carretera hacia Ayacucho y finalmente también se llega a dar cobertura con niveles adecuados al pueblo “ Flor de la Canela ” (ubicado a 6.77 Km. de la plaza Huanta).
- Para el Sector 3 de 190° de azimuth se utilizó una Antena de apertura Horizontal de 90° para cubrir con óptimos niveles los pueblos de Manay, Julcamarca, San Pedro de

Cachi, Santo Tomas de Pata, Cangari, Chihua, Paqueca, Pampachacra, comunidad de Huanza, postas medicas, zonas agrícolas y parte del distrito de Huanta.

3.2.6 Mediciones de señal por sector

Sector 1

- En esta zona, existen lugares en donde la señal decrece llegando a niveles de -80 a -90 db debido a lo accidentado del terreno y la cantidad de árboles que obstaculizan la línea de vista de nuestra antena.
- El promedio en la zona de pueblo (Luricocha – Churcapampa) es de -60 a -80 db como vemos en el drive test, esta señal va cayendo conforme nos vamos alejando de la zona de cobertura.

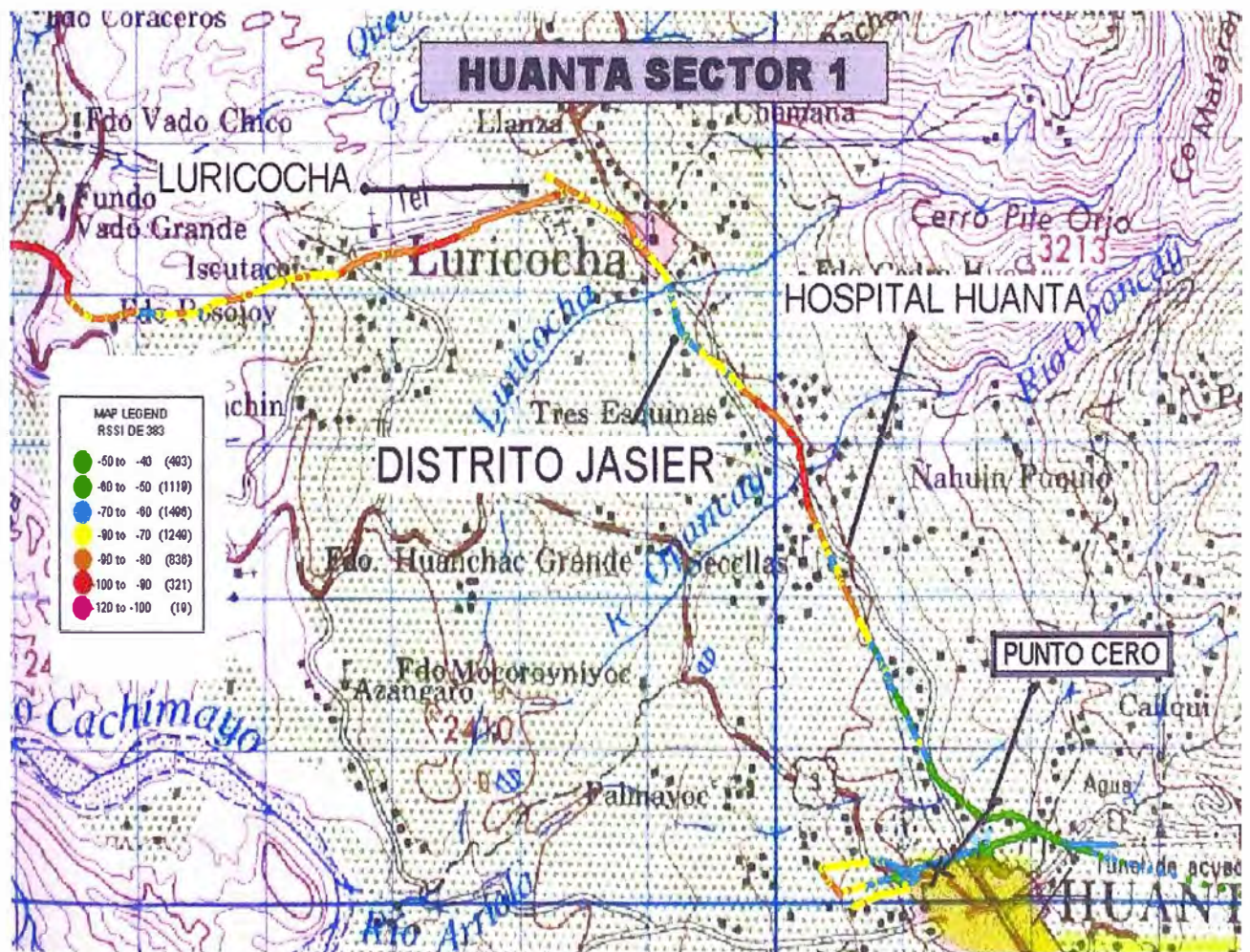


Fig. 3.8 Diagrama del Drive test de la señal.



Fig. 3.9 Vista del Sector 1 desde la torre



Fig. 3.10 Vista del Sector 1 (Camino a Luricocha desde Torre)



3.11 Vista del Sector 1 (desde base de torre)



3.12 Vista del Sector 1 (desde la base de torre)

Sector 2

- Este sector se encuentra cubierto con niveles óptimos de RSSI (-60 db en promedio), los cuales garantizan una cobertura en las zonas que son afectadas por este sector: Huanta Centro y sus alrededores Carretera a Ayacucho, Mirador “Cristo Blanco”, futuro mirador “Cerro Alado”.

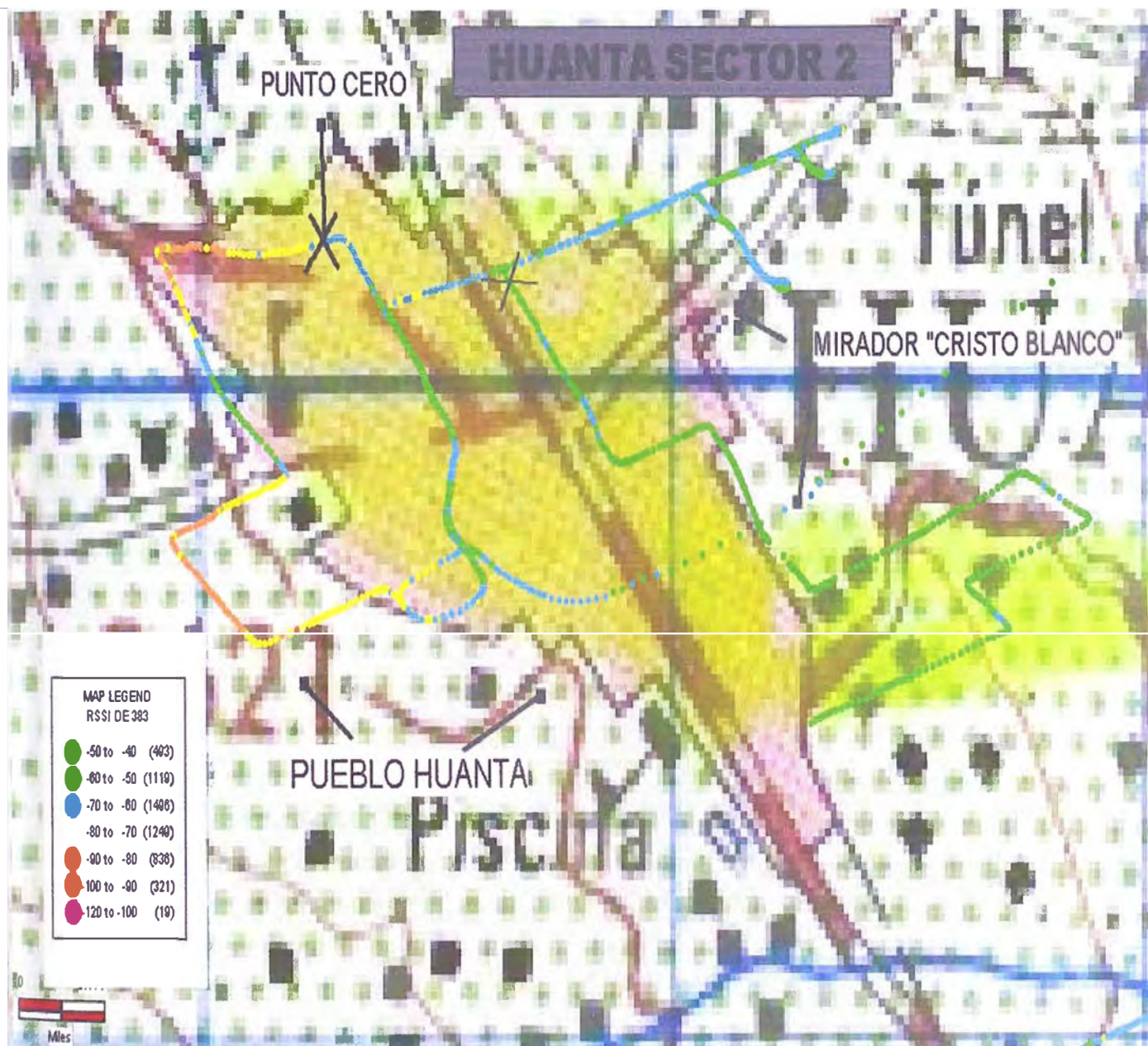


Fig. 3.13 Diagrama del sector 2.

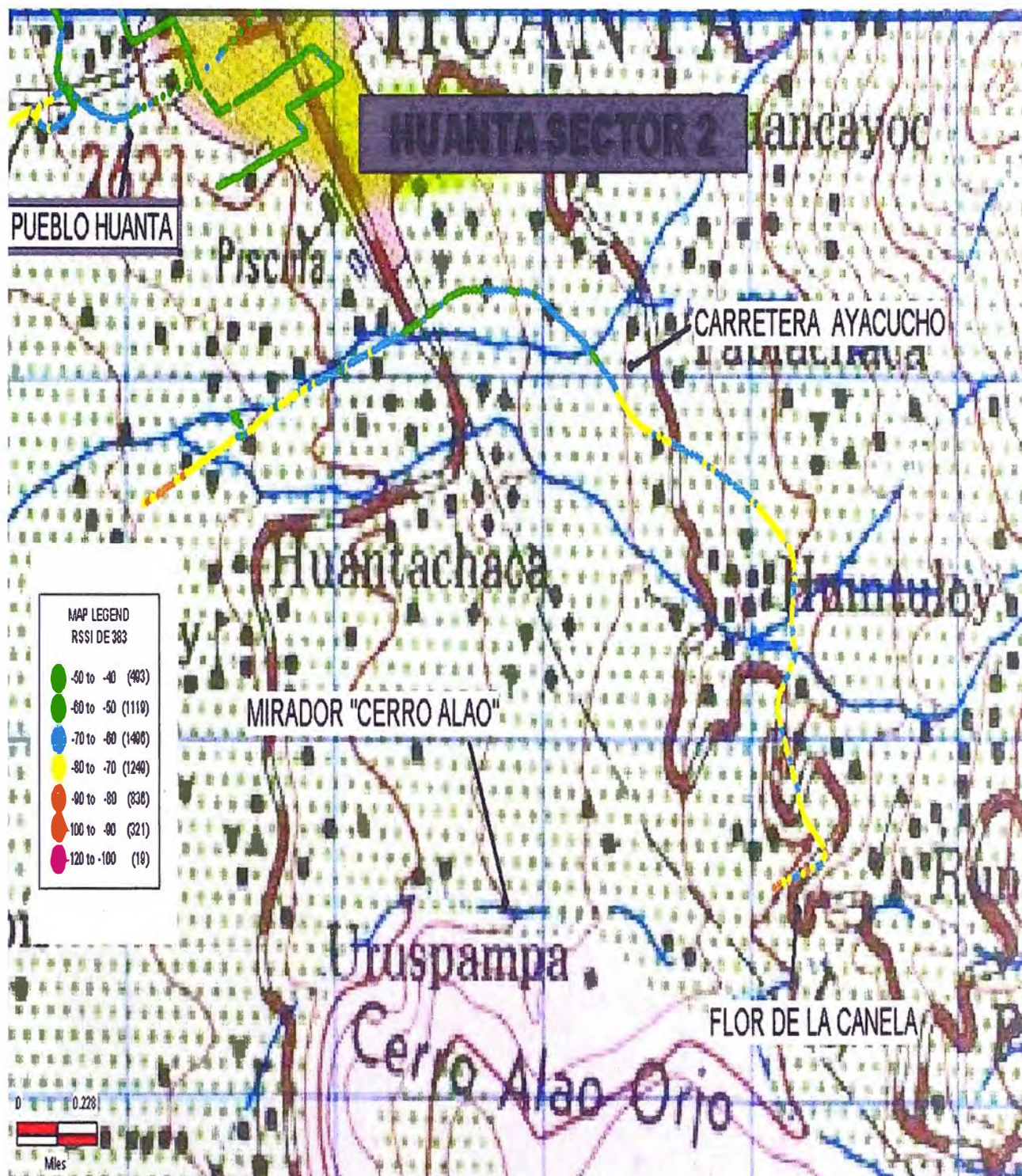


Fig. 3.14 Diagrama del sector 2.



Fig. 3.15 Vista del Sector 2 desde torre (Pueblo Huanta)



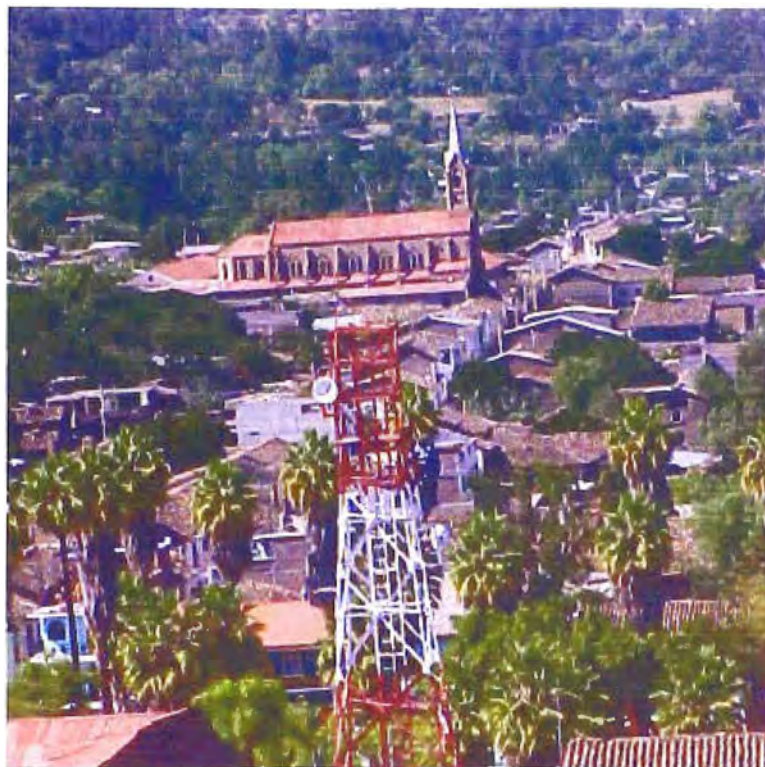
3.16 Vista del Sector 2 desde torre (Pueblo Huanta)



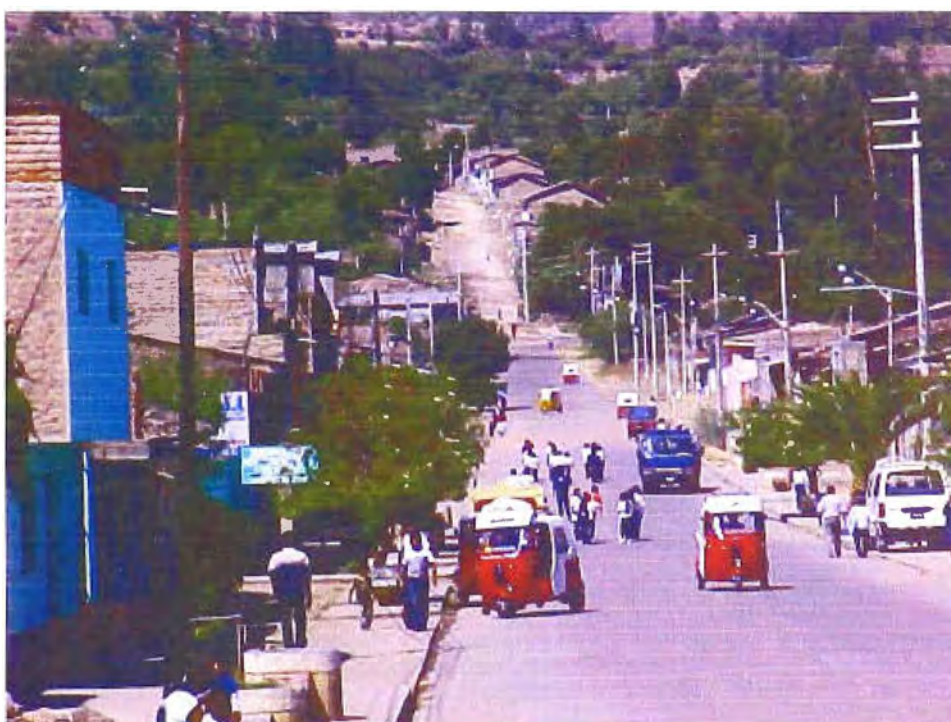
Fig. 3.17 Mirador “Cristo Blanco”



3.18 Vista del pueblo “Flor de Canela”



3.19 Vista desde la Torre (Torre de Telefónica)



3.20 Carretera salida a Ayacucho

Sector 3

En la zona de Julcamarca, Cangari y Mayuai, zonas agrícolas mayormente se encuentran cubiertos con niveles de RSSI que tienen un promedio de -60 a -75 db.

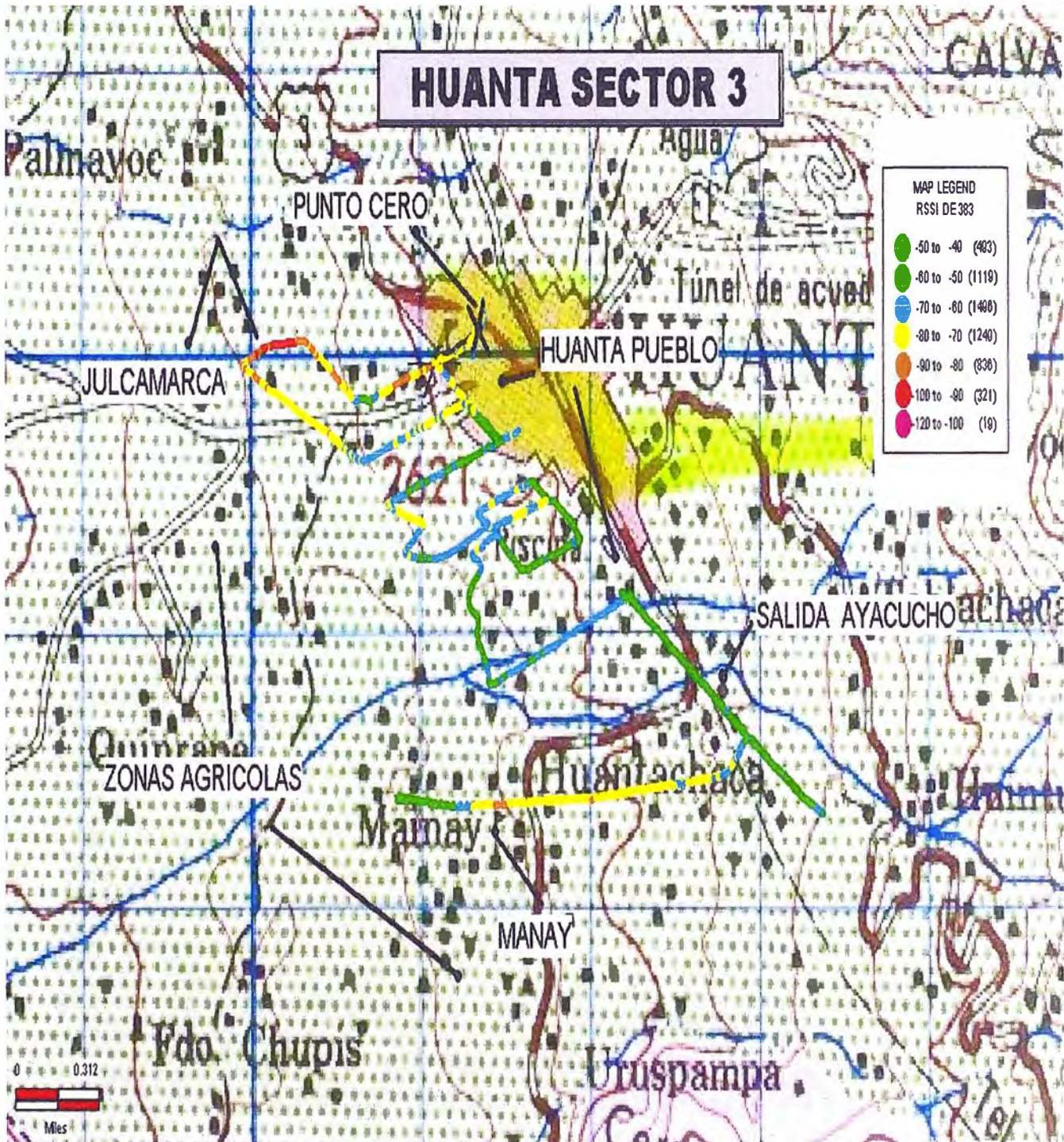
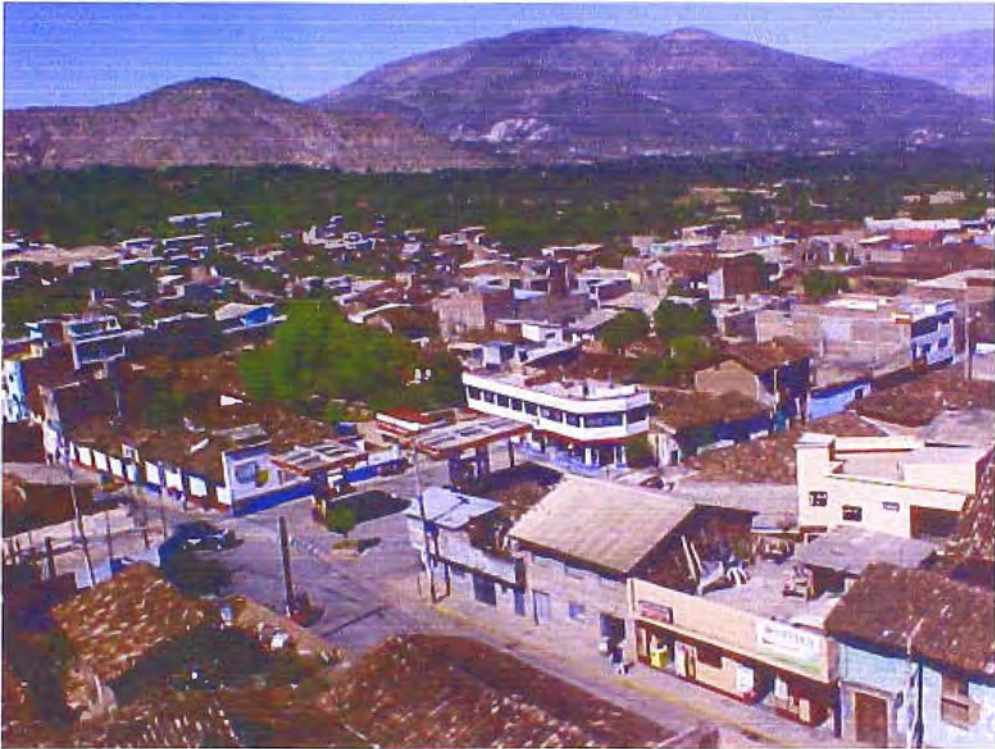
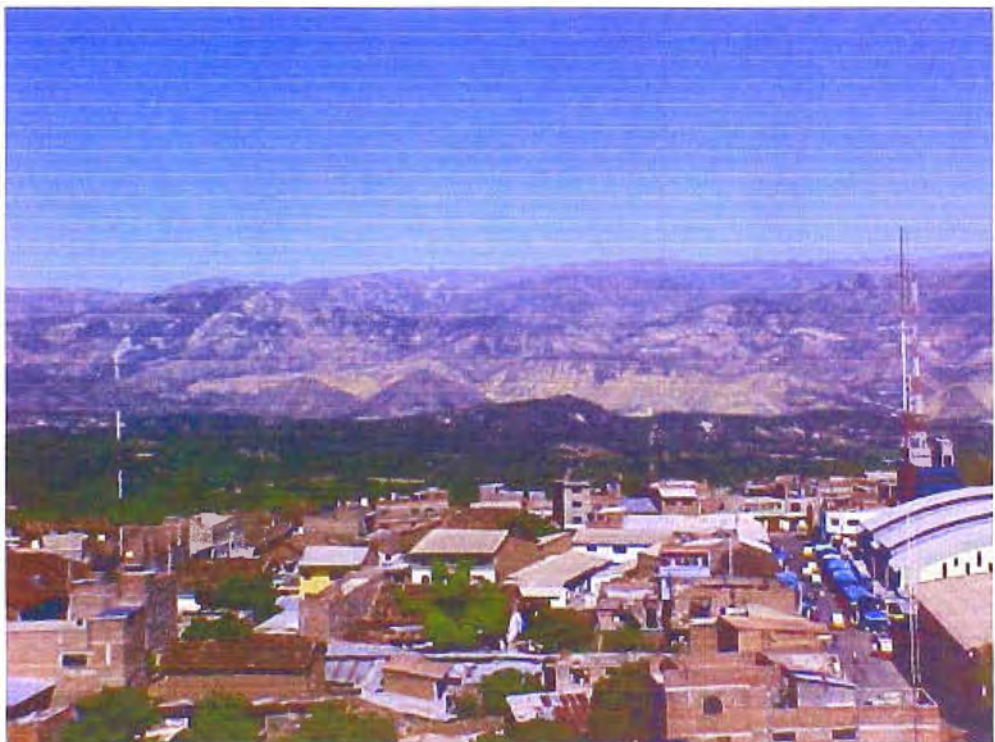


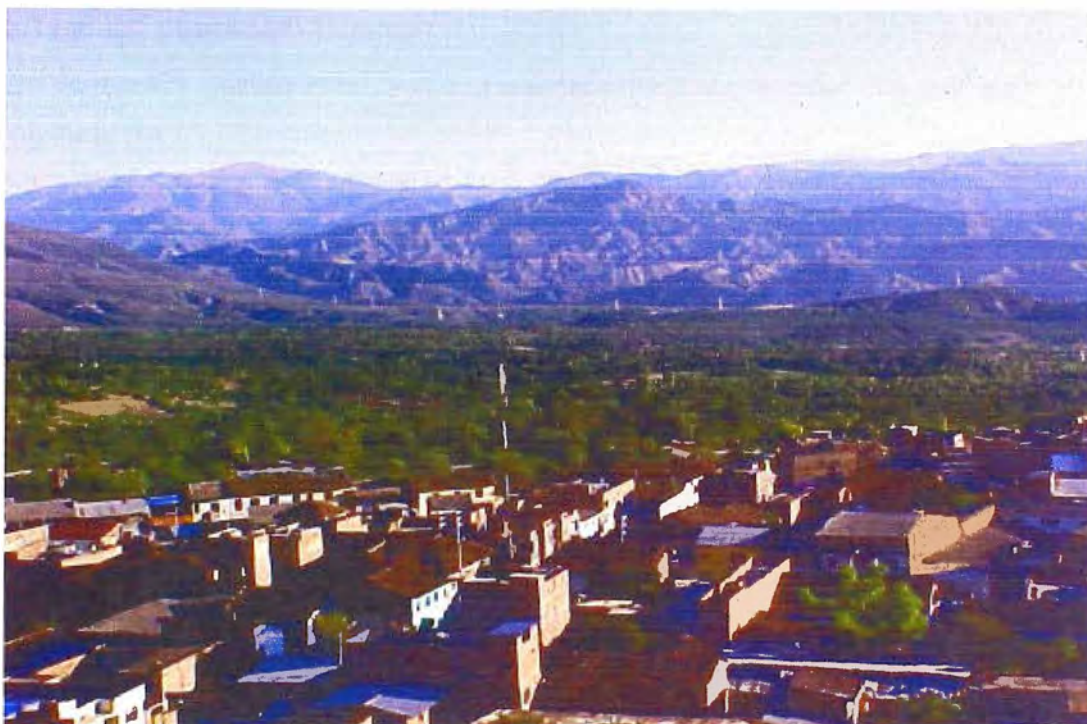
Fig. 3.21 Diagrama del sector 3.



3.22 Vista del sector 3 (desde torre)



3.23 Vista del sector 3 (desde torre)



3.24 Vista del sector 3 (desde torre)



3.25 Vista sector 3 (hacia Julcamarca)

3.2.7 Drive Test del punto cero Huanta:

Se realiza de manera experimental, y con la información anteriormente obtenida para la ubicación de la EB.

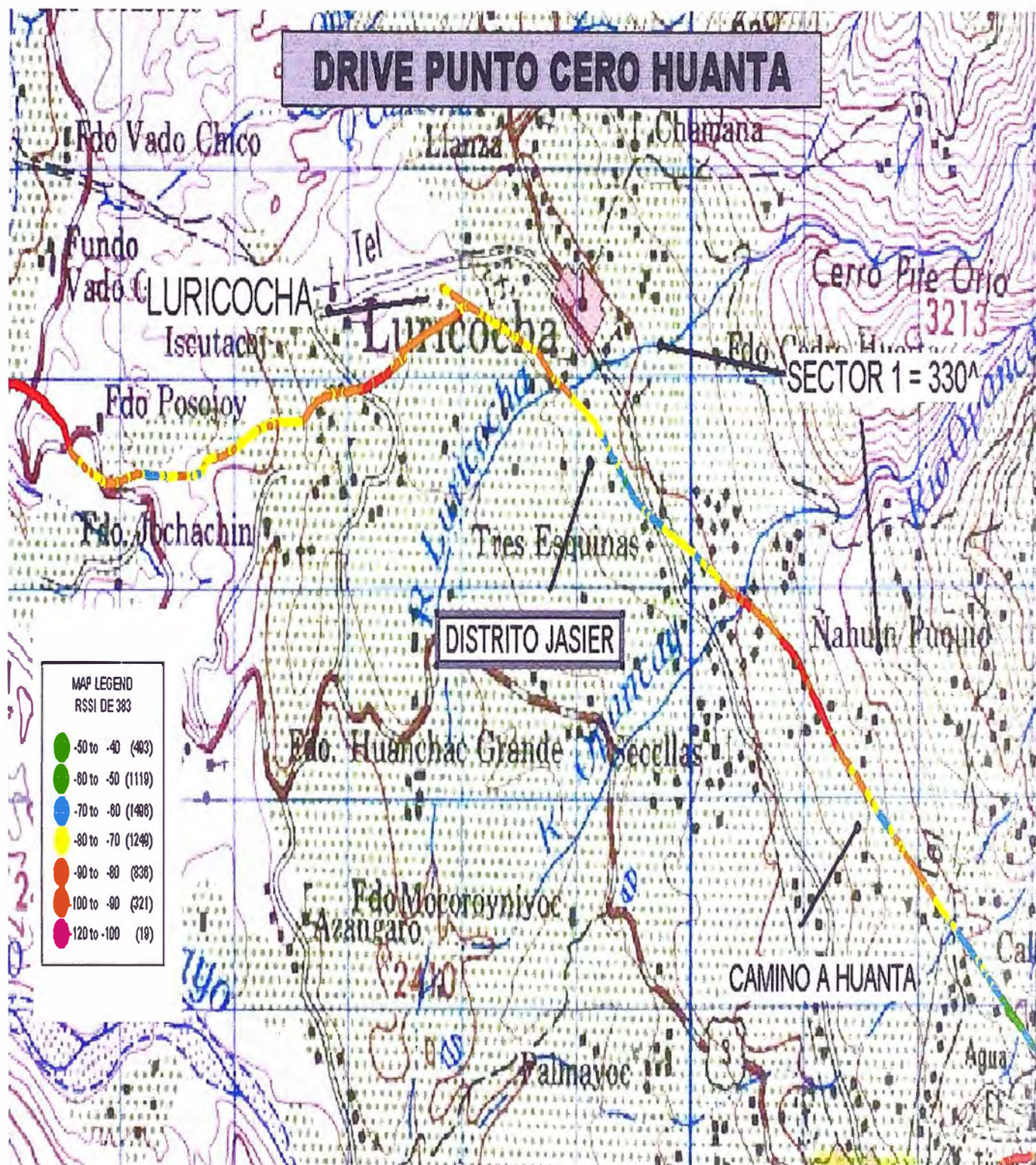


Fig. 3.26 Resultados del drive test.

3.3 Ubicación de estaciones base:

Una vez que se ha determinado el punto cero, así como la evaluación de la cobertura de toda la zona irradiando desde el emplazamiento elegido, se debe de proceder a realizar la búsqueda de la ubicación, es decir identificar lugares adecuados para la instalación de la Estación base desde el punto de vista de Infraestructura, RF y legal dentro del perímetro de los 100 metros del lugar donde se realizó la prueba.

Se revisará las principales consideraciones técnicas y legales a tener en cuenta para la elección del terreno donde se realizará el proyecto, se ha considerado tomar como primera alternativa el local de TV de la municipalidad de Huanta, debido a que existen diversos factores que pueden ayudar a ser un proyecto factible.

3.3.1 Procedimiento de búsqueda de ubicaciones:

Para la búsqueda de la ubicación, Telefónica Móviles plantea las siguientes consideraciones:

- Se programa la búsqueda del emplazamiento para la Estación base Huanta y de otras estaciones que se encuentran en Ayacucho, a fin de aprovechar los recursos.
- Se designa un Ingeniero responsable de Infraestructura (responsable del grupo) y un Ingeniero especialista en RF.
- Se dispone de una empresa ejecutora que contará con los profesionales adecuados para realizar dicho trabajo, es decir: un arquitecto o ingeniero civil, un Ingeniero en Telecomunicaciones, un abogado y un arqueólogo,
- El responsable del diseño de la infraestructura, el arquitecto o Ingeniero Civil, viaja con todo lo necesario para la delimitación del terreno (Estacas, Cal, pintura, brújula, GPS, cámara fotográfica, etc). Recopila los datos necesarios en el lugar para la elaboración de los trabajos topográficos y de estudio de suelos.
- El responsable de RF, Ingeniero en Telecomunicaciones, también debe llevar lo necesario para el cálculo de futuras posiciones de las antenas (GPS, Planos de cobertura, Altimetro, Brújula y cámara fotográfica).

- El responsable de la parte legal, el abogado, viaja con expedientes de factibilidad por cada punto programado para ser presentado al municipio así como también la documentación necesaria para negociar y suscribir contrato con el propietario del emplazamiento requerido. Después de levantar la información necesaria de los lugares, se le proporcionará a legal la ficha necesaria para complementar los datos pendientes del expediente de factibilidad.
- Debido a que en la mayor parte del tiempo las visitas se realizan en zonas fuera de cobertura, es necesario contar con radios para la comunicación entre los integrantes del grupo.
- Para el desplazamiento del personal se requiere contar con tres camionetas 4 x 4 que cuenten con las facilidades técnicas para recorrer vías rurales y a la vez brinde al personal las comodidades y facilidad necesaria para soportar desplazamientos largos..
- Se requiere para el óptimo desarrollo de la actividad un procedimiento que permita describir la metodología de adquisición de la información necesaria para elaborar el proyecto.

El informe de trabajo de búsqueda de ubicación para una estación base, debe contener como mínimo la siguiente información:

- Número de prioridad dentro de las alternativas de la ubicación.
- Ubicación Geográfica de cada alternativa en coordenadas geográficas WGS84 y UTM PSAD56.
- Altura del piso sobre el nivel del mar.
- Altura en metros y tipo de torre sugerida.
- Azimut de antenas en grados sexagesimales del Sector 1.
- Azimut de antenas en grados sexagesimales del Sector 2.
- Azimut de antenas en grados sexagesimales del Sector 3.
- Lista de centros poblados que deben ser cubiertos por la Estación Base.
- Mapa de cobertura predictiva.
- Nivel mínimo outdoor a ser alcanzado en los puntos objetivo de cobertura.

- Distancia aproximada del posible punto de alimentación para la acometida eléctrica.
- Datos básicos del propietario de cada alternativa.
- Datos básicos de las autoridades municipales del lugar.

3.3.2 Desarrollo de la búsqueda de ubicaciones:

Se inicia la búsqueda del emplazamiento para la estación base celular con las ubicaciones trabajadas en gabinete, para ello se tienen el siguiente procedimiento:

- Se parte desde Lima con un cronograma de trabajo definido. Los puntos a visitar son agrupados por cercanía y distancia de recorrido. En promedio se cubren dos puntos por días, salvo en los casos donde el punto se encuentra en una zona alejada.
- Para la búsqueda del punto se llega al distrito asignado con la finalidad de buscar un guía de la zona para facilitar el acceso.
- Se ubica el punto específico ingresando las coordenadas al GPS, este indica la posición del lugar y como llegar al mismo.
- Una vez identificado el punto se debe tener en consideración los siguientes factores:
 - Factibilidad de la acometida, el suministro de la acometida eléctrica para la EBC, no debe ser mayor a 2 Km (En todo caso este tema será sometido a evaluación de TM, para tomar como criterio el descarte del lugar elegido). Posibles puntos de suministro son las líneas de media tensión (Suministro trifásico) y transformadores que por lo general se ubican en el pueblo.
 - En zonas rurales donde el suministro es de baja tensión se debe evaluar el recorrido de la AC y consultar con el proveedor de energía en la zona si es posible el incremento de energía. (Este de igual manera no debe exceder los 2 Km.)
 - De haber líneas de alta tensión en la zona, la distancia al punto de la EBC, por norma, no debe de ser menor a 30m, para evitar interferencia electromagnética y accidentes.
 - Para el caso de repetidores celulares, la distancia al punto de suministro de energía puede ser mayor, debido a que es posible el funcionamiento de los equipos con paneles solares.

- Facilidades para el desarrollo del proyecto integral, para ello se debe escoger el emplazamiento considerando el área que tenga las mejores condiciones técnicas para construir la cimentación de la torre y el sistema de protección o tierra.
- El área a delimitar en los casos de EBC es de 10 x 12 (120m²), y para los repetidores es de 8 x 8 (64m²), salvo expresa definición excepcional se considerarán áreas mayores, previa coordinación y aprobación de parte de TM.
- Se debe tener en consideración el acceso al terreno delimitado, tiempo y forma de llegada así como la factibilidad de acceder a él con acarreo de materiales. Se debe cronometrar al tiempo para futuro control de la obra.
- Se deben analizar las características del terreno en relación a su topografía y suelo. Se deben evitar los terrenos escarpados donde se requieran trabajos de corte y rellenos mayores. Así como terrenos con características rocosas donde una excavación o la elaboración del sistema a tierra, tome mayor tiempo.
- Factibilidad técnica de cobertura (RF): Si hay línea de vista con los distritos o centros poblados objetivo de cobertura.
- El ingeniero de RF debe constatar que el trabajo realizado en gabinete sea correcto, de ser necesaria la reubicación del punto, este debe buscar la ubicación más apropiada desde el punto de vista de cobertura.
- Según las condiciones del lugar, RF determinará la altura de torres, en todos los casos estas serán auto soportadas triangulares.
- El arqueólogo debe revisar la zona en busca de evidencias arqueológicas. De no encontrarse, se procede a la delimitación del terreno. En caso contrario se procede de acuerdo a indicaciones del arqueólogo dependiendo del tipo de evidencia arqueológica encontrada.
- Ubicación de puntos de enlace como URAS, ERMOS o BTS.
- Para el enlace de transmisión, se verifica si existen locales de Telefónica como URAS, ERMOS o BTS cercanas al lugar, verificando línea de vista con estas e identificar la altura y tipo de torre con la que cuentan.
- Asimismo, considerar en el emplazamiento elegido que en los límites de la orientación Este y Oeste, se debe evitar la presencia de obstáculos como casas

y árboles de alturas mayores a 10 metros, a fin de instalar una antena satelital como medio de transmisión.

- Se procede al llenado del formato de Búsqueda de Ubicación, documento único de aprobación de lugares visitados, que comprende data de Infraestructura, RF y legal. Teniendo este que ser llenado y firmado por cada representante en el lugar. Con este documento e identificado el punto óptimo (que puede ser mas de uno), se procederá a colocar los hitos del mismo (a todos, de haber hallado mas de uno) lo cual significará la partida de nacimiento del lugar y definirá el inicio del plazo de ejecución del mismo.
- Se toman dos alternativas de lugar como mínimo para ser presentadas a legal.
- La entrega del lugar para propósitos de saneamiento se realiza con la ficha llenada en el lugar, donde legal procede a llenar su informe con los avances en el saneamiento.

La orden de inicio de trabajos Topográficos y de estudio de suelos, se realiza con el mismo formato.

3.3.3 Esquema del procedimiento de búsqueda de ubicaciones:

Se presenta un esquema ilustrativo sobre el procedimiento de búsqueda de la ubicación de las EBC, donde se observa que para validar un emplazamiento se tiene que considerar lo siguiente:

- Factibilidad técnica desde el punto de vista de cobertura
- Factibilidad del desarrollo del proyecto de obra civil
- Factibilidad técnica de contar con suministro de Energía Eléctrica
- Emplazamiento que no tengan vestigios restos arqueológicos o que no estén afectos a la protección del INRENA.

En caso el emplazamiento estuviera afectado por el último punto es necesario realizar una evaluación más detallada a fin de descartar o tener posibilidad de seguir con el proyecto.

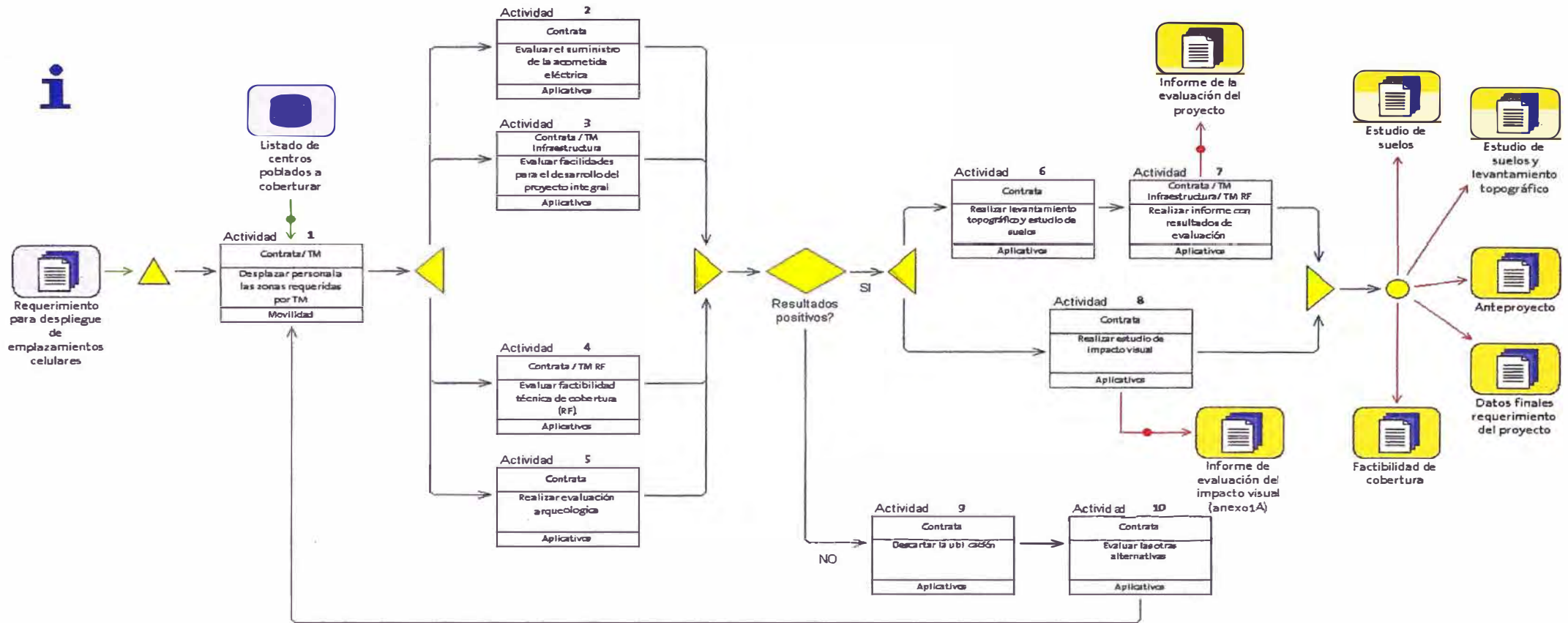


Fig. 3.28 Procedimiento de búsqueda de ubicaciones.

3.3.4 Presentación de datos sobre la ubicación seleccionada:

El punto de prueba escogido para realizar el estudio se presenta como la mejor alternativa para dar cobertura celular a las áreas de interés como son el centro de la ciudad, zonas turísticas como el mirador “Cristo Blanco”, así como la carretera de salida hacia Ayacucho, parcialmente las zonas agrícolas de Luricocha y Julcamarca

En la zona correspondiente al centro de Huanta y sus alrededores encontramos que se tiene un promedio de -60 db al igual que la carretera hacia ayacucho y la zona del actual “Cristo Blanco” y futuro mirador “Cerro Alado”.

En la zona del distrito de Luricocha, Churcapampa se encuentran cubiertos con niveles de -60 db a -80 db en promedio sufriendo unas caídas de nivel en zonas donde se ve afectada por el desnivel del terreno de 2700 mt – 2500 mt llegando a niveles de -80 db a -90 db pero recuperándose hasta llegar al nivel promedio y mientras se va alejando se va teniendo un nivel de -90 db hasta no tener señal.

En la zona de Julcamarca, Cangari y Mayuai, zonas agrícolas en su mayoría se encuentran bien cubiertas con niveles que tienen un promedio de -60 db a -75 db.

Coordenadas de puntos en Huanta.

I. Plaza Central:

- Ubicación: S $12^{\circ} 59' 22,7''$
WO $74^{\circ} 12' 52,4''$
- Altitud: 2664 msnm (según GPS)
2540 msnm (según altímetro)
- Nivel de señal: -63 dbm. en promedio

II. Punto cero:

- Ubicación : S $12^{\circ} 56' 18,7''$
W $074^{\circ} 14' 57,2''$
- Altitud 2688 msnm (según GPS)
2505 msnm (según altímetro)
- Nivel de señal: -65 dbm. en promedio para los 3 sectores

III. Salida Huanta - Ayacucho (pueblo Flor de la Canela) :

- Ubicación : S $12^{\circ} 56' 18''$
WO $74^{\circ} 14' 48,3''$
- Altitud 2933 msnm (según GPS)
2812 msnm (según altímetro)

- Distancia a punto cero: 6,77 Km.
- Nivel de señal: -75 dbm. en promedio hasta perder señal

IV. Luricocha:

- Ubicación : S 12° 54' 25''
WO 74° 16' 12,6''
- Altitud : 2622 msnm (según GPS)
2592 msnm (según altímetro)
- Distancia a punto cero: 4,2 Km.
- Distancia a punto mas lejano Luricocha : 5,7 Km.
- Nivel de señal: -76 dbm. en promedio hasta perder señal

V. Local telefónica Huanta:

- Ubicación: S 12° 56' 21,5''
WO 74° 14' 54,1''
- Altitud: 2739 msnm (según GPS)
2570 msnm (según altímetro)
- Nivel de señal: -63 dbm. en promedio

VI. Futuro mirador Huanta (cerro alado):

- Ubicación: S 12° 58' 1,9''
WO 74° 14' 25,0''
- Altitud: 2913 msnm (según GPS)
2753 msnm (según altímetro)
- Distancia a punto cero: 3,71
- Nivel de señal: -69 dbm. en promedio

VII. Terreno segunda opción para EBC :

Propietario: Renato Sapaico Maravi

Numero de contacto: 066 – 322105

Correo electrónico: renasap@hotmail.com

renasap2004@yahoo.es

Provincia: Huanta

Departamento: Ayacucho

- Terreno: Torre de Radio Cobriza 2000 – Filial Radio Huanta
- Ubicación Geográfica: S 12° 56' 29.4''
W 074° 15' 05.2''
- Altitud: 2669 msnm (GPS)
2506 msnm (Altimetro)
- Altura de torre existente: 50 mts.
- Altura final de torre a trabajar: 50 mts.
Nivel de señal: -68 dbm. en promedio

3.4 Procedimientos de Saneamiento Legal del emplazamiento elegido

El objetivo de este procedimiento, es el de detallar aquellos trámites o actividades que hay que realizar para sanear el lugar encontrado en el cual se realizarán las obras necesarias para montar la EB:

- Búsqueda de Propietario
- Negociación EB
- Licencia EB
- PEA o CIRA
- Licencia INRENA
- Negociación de acometida.
- Aprobación de la Empresa Eléctrica.
- Licencia de acometida.
- PEA o CIRA de la acometida.
- INRENA de la acometida.

Para iniciar el proceso se requiere tener claramente definido la ubicación del lugar donde se montará la EB y los formatos con los datos mínimos requeridos, para tener el emplazamiento saneado se ha estimado un plazo aproximado de 21 días.

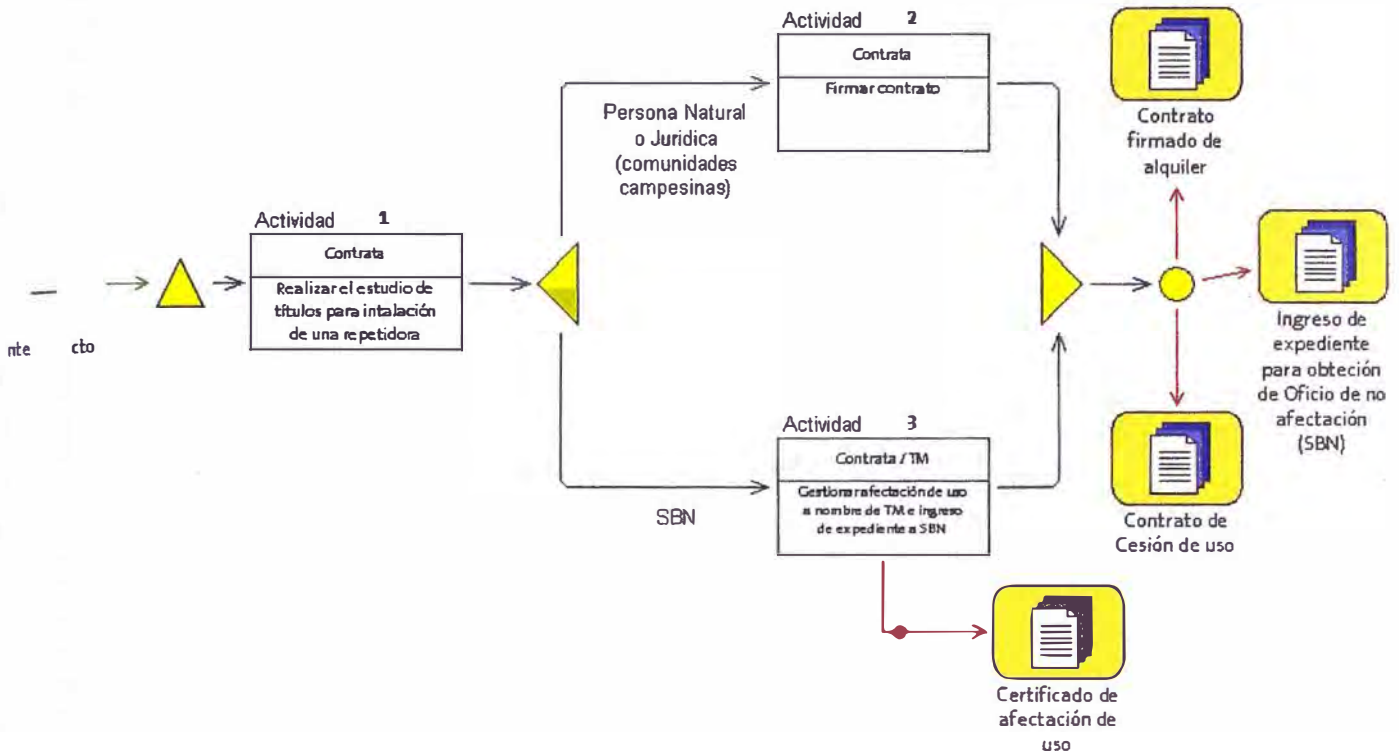


Fig.3.29 Diagrama de flujo del proceso de saneamiento legal

3.4.1 Individualización del propietario:

En principio, existen dos alternativas respecto a la titularidad del predio:

- El propietario es un particular, ya sea:
 - Persona natural, sociedad conyugal o heredero.
 - Persona jurídica (sociedades, asociaciones, comunidades campesinas)
- El propietario es el Estado representado por la SBN u otras instituciones gubernamentales, tales como:
 - Gobiernos Regionales
 - Gobiernos Locales (Municipalidades Provinciales, Distritales o Centros Poblados Menores)
 - Ministerios
 - Fuerzas Armadas (Marina, Ejército, Policía)
 - PETT (Proyecto Especial de Titulación de Tierras)
 - Superintendencias (Aduanas, Tributaria)

3.4.2 Estudio de títulos:

Al llegar al lugar donde se ubicará la EBC, se inician las tratativas con el propietario del predio, este trabajo se desarrolla conforme lo descrito en el procedimiento de Búsqueda del Sitio.

Una vez ubicado al propietario se procede a exponerle el objeto de la visita (arrendar el área necesaria para la instalación de la EBC), explicándole los pormenores tales como las medidas del emplazamiento, los elementos que la componen, la contraprestación a pagar, asimismo absolver las consultas que el propietario efectúe.

Para la suscripción del contrato de arrendamiento, se solicita al propietario la documentación que acredite su titularidad sobre el predio a efecto de verificar que éste no presente cargas y/o gravámenes que puedan afectar su libre disponibilidad.

Paralelamente a las conversaciones sostenidas con los propietarios se debe recabar los siguientes documentos:

- Si el propietario o poseedor es persona natural, sociedad conyugal o heredero:
 - Título de compra venta (documento simple, minuta, escritura pública, inscripción en Registros Públicos)
 - Títulos posesorios (Certificado de posesión, Declaración Jurada de Autoavalúo, Certificado Catastral)
 - Testamento inscrito o sucesión intestada
- Si el propietario es el Estado o sus distintas instituciones gubernamentales:
 - Se llevará a cabo el procedimiento exigido en el TUPA de cada institución para la disposición/arrendamiento de sus bienes.

El Contrato de Arrendamiento incluirá una cláusula mediante la cual se autorice en forma anticipada y expresa al titular del arrendamiento a ceder o transferir el Contrato, en cualquier momento durante su vigencia, a favor de cualquier persona natural o jurídica, sin costo alguno con la posibilidad de modificar sus términos y condiciones.

Luego que el propietario acredite su titularidad sobre el predio, se procederá a negociar el contrato de arrendamiento siguiendo los lineamientos que a continuación se detallan:

- El arrendamiento es la modalidad contractual prioritaria; eventualmente se puede adoptar otra modalidad dependiendo de cada caso en particular.

- La contraprestación mensual acordada entre las partes no requerirá de la aprobación previa de TM, siempre que la renta mensual (incluyendo impuestos con excepción del IGV) no supere el monto máximo de US\$ 200.00 dólares por mes. Cualquier monto mayor deberá ser comunicado al jefe del proyecto en Lima de manera inmediata para su consulta y su respectiva autorización.
- El valor medio objetivo de la renta mensual es de US\$ 140 dólares.
- Una vez culminado el proyecto se calculará una bonificación o penalización según corresponda, en función a la desviación de la media de la renta mensual de los arrendamientos pactados por el CONTRATISTA y el valor medio objetivo definido el punto anterior. Para el cálculo de la media no se tomarán en cuenta los casos excepcionales que superen hasta en tres veces el límite máximo sin consulta (US\$ 600.00 dólares) que previamente tendrán que ser autorizados por TM.
- La desviación entre la media objetivo y la media real del proyecto implicará el pago o deducción según corresponda mediante la siguiente fórmula:

Bonificación/Deducción: $(VM_{Obj} - VM_{Real}) \times Nro. \text{ Sitios} \times 3$

Donde:

VM_{Obj} = Valor Medio objetivo

VM_{Real} = Valor Medio real

- La renta se pacta en nuevos soles salvo que el propietario exija que sea en dólares. La renta mensual pactada en el Contrato deberá incluir el Impuesto a la renta que le corresponde al propietario del inmueble.
- El plazo de los contratos deberá ser el máximo posible (10 años) para particulares y (6 años) para el sector público.
- Se debe especificar en el contrato las coordenadas del área donde se instalará la EBC, anexando el plano de ubicación (tanto el plano de ubicación, como el de la planta son entregables del procedimiento de Búsqueda de la ubicación). Se deberá negociar como máximo un espacio de 15 x 12 m².
- Si la posibilidad de suscribir el contrato se obstaculiza por problemas con la documentación que sustenta la titularidad, se buscarán otras vías legales que faciliten el arrendamiento.
- Se descarta la compra de terrenos por el plazo prolongado y costo que tomaría la

independización del inmueble, previa a la transferencia a TM, salvo en zonas urbanas y por motivos excepcionales que se evaluarán en forma individual.

Referirse al manual de procedimientos legales (Elaborado por el área legal de TM), dado que este documento será el que regirá de surgir alguna controversia o en caso de duda de interpretación.

3.4.3 Trámite de licencia ante la municipalidad para la instalación de la EB

Se contactará al alcalde, gerente municipal y/o funcionario responsable, a fin de exponer el objeto del proyecto y obtener la información y documentación necesaria para la tramitación y posterior obtención de la licencia que permita la instalación de la EB

Con la información obtenida en la municipalidad, TM elaborará el expediente de solicitud de licencia de instalación de la EB, de acuerdo a los requisitos establecidos en el TUPA de cada municipalidad. A fin de iniciar las obras en el menor plazo posible, se tratará de obtener una autorización de inicio de obras preliminar.

La licencia definitiva estará condicionada a la evaluación del expediente y posterior subsanación del mismo, de existir observaciones.

3.4.4 Trámite de certificado de inexistencia de restos arqueológicos ante el Instituto Nacional de Cultura (INC)

El CIRA es una certificación emitida por el Instituto Nacional de Cultura que acredita la inexistencia de restos arqueológicos en la zona donde se ubicará la EB.

La obtención del CIRA es indispensable en la medida que la mayoría de los lugares entregados por TM se encuentran ubicados en zonas rurales, existiendo una alta posibilidad de que estas zonas sean arqueológicas. En este supuesto, resulta necesario que el responsable realice un reconocimiento de la zona a través de un arqueólogo, de preferencia del INC, donde se ubicará la EB, a fin de constatar la necesidad o no de solicitar el CIRA.

En las localidades donde se considere pertinente tramitar el CIRA, se deberá tomar contacto con algún arqueólogo del INC de la jurisdicción -en la medida de lo posible- caso contrario, se deberá contactar un arqueólogo particular que elabore

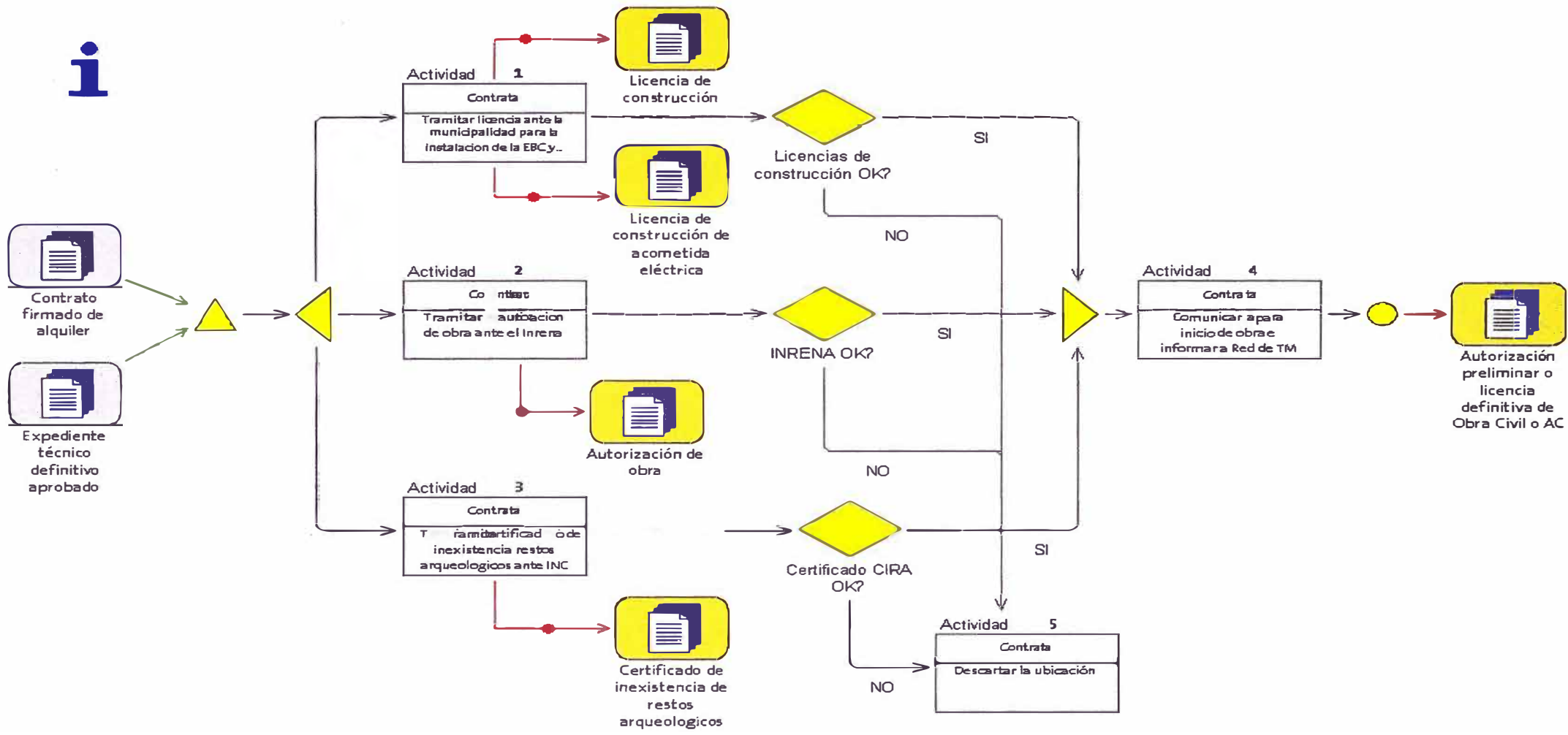


Fig. 3.30 Diagrama de flujo del proceso de trámite de licencias

un informe de riesgo arqueológico del sitio que permita (por lo menos a un nivel preliminar) tener un panorama positivo o negativo de la situación.

Si el resultado del informe establece la necesidad de tramitar el CIRA, se requerirá la elaboración del expediente para su posterior presentación ante el INC, no procediendo en ningún caso el inicio de obras sin antes haberse descartado preliminarmente la existencia de restos arqueológicos.

Tomando en cuenta lo antes mencionado y en vista que la expedición del CIRA suele prolongarse por varios meses, TM tomará la decisión de iniciar las obras sobre la base del informe legal elaborado por el Estudio.

3.4.5 Trámite de afectación en uso ante la Superintendencia de Bienes Nacionales (SBN)

En los casos de los predios que sean de propiedad del Estado y que se encuentren bajo la administración de la SBN, se deberá solicitar la Afectación en Uso de dichos predios a fin de instalar la EBC.

La Afectación en Uso es el derecho que permite usar y administrar a título gratuito un predio de propiedad estatal para un fin determinado.

El trámite de Afectación en Uso implica que la SBN adjudique un predio a nombre del solicitante, para lo cual previamente verificará que el mismo se encuentre inscrito a favor del Estado.

En los casos en que el predio no se encuentre inscrito a favor de éste o que carezca de títulos comprobatorios de dominio se debe proceder a la inscripción de la primera de dominio a cargo del Estado.

Si el predio se encuentra inscrito a favor del Estado, éste podrá disponer su afectación siempre y cuando no esté afectado o en proceso de afectación a favor de un tercero.

3.4.6 Trámite de autorización de obra ante el Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA)

De ubicarse el predio en un área natural protegida, la misma que es considerada patrimonio de la Nación, se deberá tramitar ante el INRENA la autorización correspondiente a fin de llevar a cabo la ejecución de trabajos de cableado de fibra óptica y canalización. Esta autorización será resuelta por la Intendencia de Áreas Naturales Protegidas (IANP) de dicha institución.

De ser necesario, esta intendencia solicitará un Estudio de Impacto Ambiental que acreditará que la obra a realizarse no producirá una alteración significativa de su entorno.

A continuación se detallan aquellos entregables que resultarán del Estudio de Títulos, y que no serán resultado de otro procedimiento:

Documentación requerida en expediente CIRA

- Expediente Original CIRA.
- Memoria Descriptiva CIRA (nuevo)
- Plano de Localización y Ubicación (2do original)
- Perimétrico - Topográfico (2do original)
- Plano de planta (2do original)

Documentación de afectación de uso predial toma de posesión del predio

- Expediente Original SBN
- Memoria Descriptiva Nueva incluye fotos digitales impresas
- Plano de Localización y Ubicación (2do original)
- Perimétrico - Topográfico (2do original)
- Plano de planta (2do original)

Documentación requerida en Expediente para trámite ante el RRPP

Expediente Original para el PETT

- Memoria Descriptiva (2do Original)
- Plano de Localización y Ubicación (2do original)
- Perimétrico - Topográfico (2do original)

Documentación requerida en Expediente para trámite ante el SBN

- Expediente Original para el PETT
- Memoria Descriptiva (2do Original)
- Plano de Localización y Ubicación (2do original)
- Perimétrico - Topográfico (2do original)

Documentación requerida en Expediente para trámite ante el PETT

- Expediente Original para el PETT
- Memoria Descriptiva (2do Original)
- Plano de Localización y Ubicación (2do original)
- Perimétrico - Topográfico (2do original)

Otros documentos requeridos

- Certificación de planos por el Colegio Profesional respectivo de la zona
- Boletas de Habilidad de los profesionales
- Evaluación estructural del predio
- Evaluación estructural de la torre
- Levantamiento del predio existente
- Copia simple de planos

3.5 Elaboración del Proyecto de Ingeniería de la Estación Base

Este rubro comprende el expediente técnico para el desarrollo integral del proyecto para la ejecución de la obra civil, eléctrica y RF donde se elaborará de acuerdo a las especificaciones y normas vigentes.

3.5.1 Levantamiento topográfico y estudio de suelos:

Es el conjunto de procedimientos para determinar las posiciones de puntos sobre la superficie de la tierra, por medio de medidas según los 3 elementos del espacio. Estos elementos pueden ser: dos distancias y una elevación, o una distancia, una dirección y una elevación.

Para distancias y elevaciones se emplean unidades de longitud (en sistema métrico decimal), y para direcciones se emplean unidades de arco. (Grados sexagesimales).

El conjunto de operaciones necesarias para determinar las posiciones de puntos y posteriormente su representación en un plano es lo que se llama comúnmente "Levantamiento". La mayor parte de los levantamientos, tienen por objeto el cálculo de superficies y volúmenes, y la representación de las medidas tomadas en el campo mediante perfiles y planos, por lo cual estos trabajos también se consideran dentro de la topografía.

En el levantamiento topográfico debe indicarse en el plano y en la memoria descriptiva, si fuera el caso, la existencia y ubicación de aeropuertos, colegios, hospitales y otros que pudieran limitar la implantación de la EBC. Las gestiones necesarias ante CORPAC, MTC y/o otras entidades estarán a cargo de la empresa ejecutora.

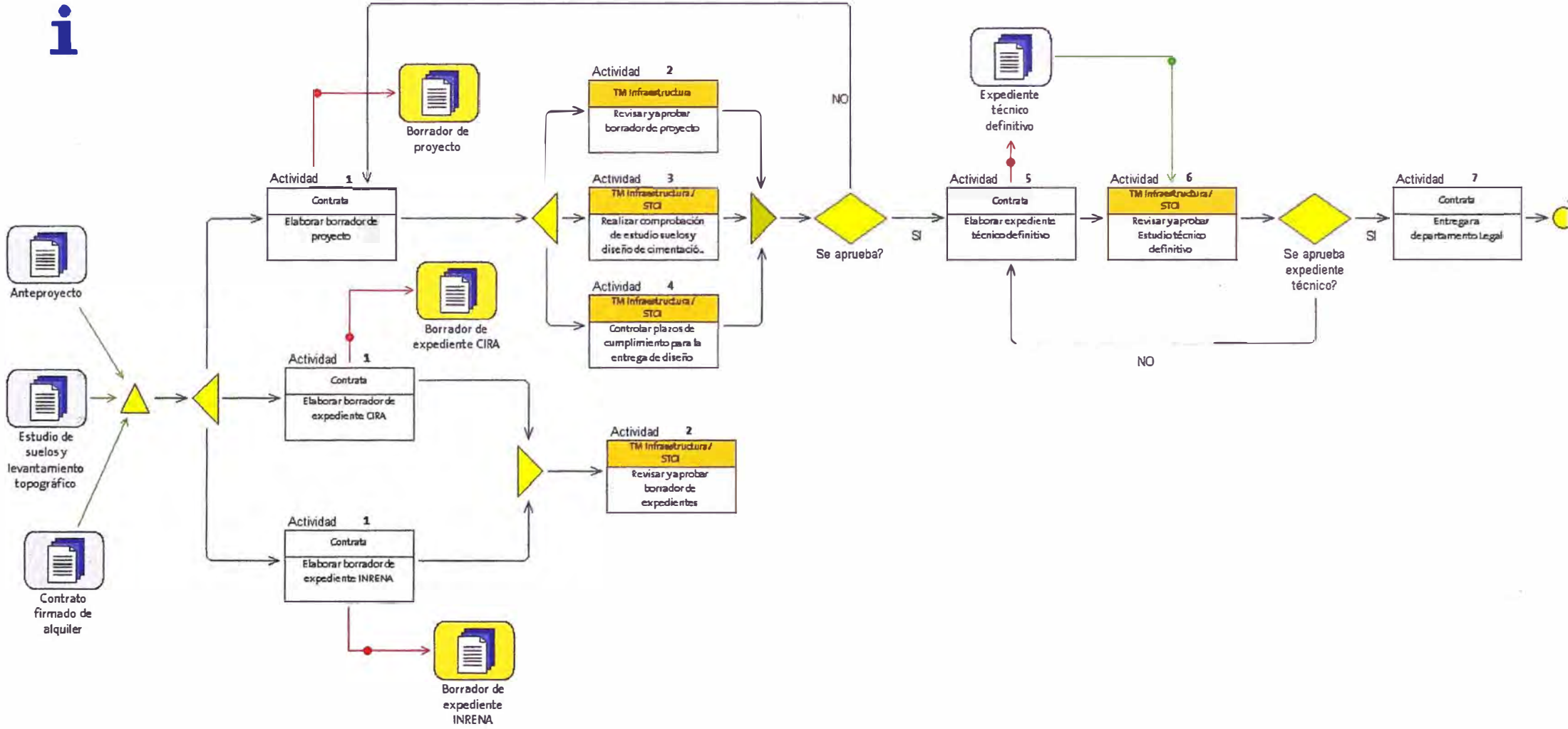


Fig. 3.31 Diagrama de flujo del proceso de la elaboracion del proyecto

3.5.2 Especificaciones para presentación de los planos de Arquitectura del proyecto:

Es necesario contar con la siguiente información:

- Plano de ubicación y localización.

Debe indicar coordenadas UTM, cuadro de áreas, ubicación (esc 1/500) y localización (esc 1/1000 ó 1/5000 ó según convenga)

En caso de zonas urbanas debe estar acotado a las esquinas más próximas y también acotar la sección de las calles circundantes

- Plano de plantas, cortes y elevaciones.

Debe indicar ejes en planos de planta (esc 1/50 ó 1/100), cuadro de vanos, especificaciones técnicas de construcción y acabados.

Todos los planos deben estar debidamente acotados en su totalidad.

Para los planos de elevaciones se debe presentar como mínimo una vista frontal, lateral y posterior.

Para los planos de cortes se debe presentar como mínimo un corte por cada sentido considerando el mayor detalle.

Para los casos de regularizaciones municipales o INDECI se levantarán los planos de toda la edificación o propiedad donde se encuentre ubicada la estación, tanto para planta como cortes y elevaciones.

En los planos de elevación deben figurar la torre en su dimensión completa (sin corte) debidamente acotada en su totalidad desde el nivel cero (vereda) hasta el tope de la torre.

- Plano de detalles esc: 1/25, 1/20, 1/10 ó según convenga
- Plano Topográfico: levantamiento de la zona o cerro que servirá para ubicar con coordenadas el área a utilizar y servirá para definir el tipo de torre que lleve el proyecto.
- Anteproyecto: consta de una memoria descriptiva del proyecto con detalles de ubicación y acceso al lugar, plano de ubicación, localización y fotografías de la zona de trabajo.
- Memoria descriptiva.
- Metrados.
- Presupuestos.
- Boleta de habilidad.

Además se debe presentar en físico 04 originales debidamente firmados por el profesional responsable y 01 copia en CD.

3.5.3 Especificaciones para presentación de los planos de Estructura del proyecto:

Se tendrá en cuenta las siguientes especificaciones:

- Plano de cimentación

Los planos en escala 1/50, 1/100, deben indicar lo siguiente:

- Cimentación del cerco perimétrico
- Cimentación de la caseta o losa de Shelter
- Cimentación de la torre

- Plano de techos, esc: 1/50, 1/100

Los planos deben indicar la sobre carga de diseño de la losa.

- Plano de vigas, columnas esc: 1/100,

Detalles esc: 1/25, 1/10

En los planos deben figurar las especificaciones técnicas del concreto, acero, ladrillo, morteros y características del terreno, incluyendo la capacidad portante resultante del estudio de suelos.

Además se debe presentar en físico 04 originales debidamente firmados por el profesional responsable y 01 copia en CD.

- Plano estructural de torre esc: 1/50, 1/100

- Los planos deben detallar toda la estructura, identificando perfiles, planchas, pernos, uniones con sus respectivas dimensiones, así mismo deben de detallar todos los accesorios con el cable vida, el pararrayos, las barras de tierra en torre, sistema de balizaje, plataformas, soportes de antenas, escalerillas de cables (incluye el tramo horizontal).

- Memoria de cálculo de la torre

- Memoria descriptiva de la torre, indicando las consideraciones técnicas de diseño, normativas utilizadas, ubicación de antenas y sistema de pintura a utilizar.

- Carta de seguridad del profesional responsable

- Además se debe presentar en físico 04 originales debidamente firmados por el profesional responsable y 01 copia en CD.

3.5.4 Instalaciones eléctricas y obras civiles:

Los planos deben indicar las siguientes consideraciones:

- Alumbrado.
- Tomacorrientes.
- Sistemas de alarmas.
- Sistemas de seguridad.
- Sistemas de energía para equipos de aire acondicionado.
- Cableado estructurado.
- Sistema de tierra de edificaciones, incluye diseño para obtener un resultado menor a 5 ohms.
- Tableros eléctricos, incluye detalles.
- Diagramas de cargas, detalles.
- Sistema de Balizaje.
- Sistema de pararrayos.

3.5.5 Diseño de la Acometida Eléctrica

El presente Proyecto tiene por finalidad, proporcionar el Suministro de Energía Eléctrica en Media Tensión 22.9 KV al local Estación Base Celular- Huanta del Distrito y Provincia de Huanta de Departamento de Ayacucho.

El presente Estudio se ha desarrollado teniendo en cuenta el siguiente documento, que ha servido de base legal para su desarrollo:

- Factibilidad Eléctrica y Fijación del Punto de Entrega para el local Estación Base Celular- Huanta, otorgado por la Empresa Concesionaria; mediante Documento JCH-0264-C-2006 con fecha del 11 de Noviembre del 2006.
- Saneamiento de la servidumbre de ruta por donde se instalará la línea de acometida eléctrica.

Alcances del Proyecto:

Comprende el diseño de derivación de la Red Aérea Primaria en 22.9 kV, desde la estructura N°118 de madera existente, perteneciente al alimentador CAC202- 22.9 Kv. CH Caclic , tal como la empresa Concesionaria ha determinado como punto de alimentación.

Asimismo el diseño de la Subestación Monoposte con Transformador Trifásico de 25 kVA de potencia, relación de transformación de 22.9/0.22 kV. de 60 Hz., desde la cual se suministrará energía eléctrica en baja tensión para el servicio particular del local en mención .

Descripción Del Proyecto

El Sistema Distribución Primaria será un sistema trifásico de tres hilos; el cual comprende el diseño de derivación de la Red Aérea Primaria en 22.9 Kv desde la estructura existente de MT, la misma que pertenece al AMT TUM 202; A través de un conductor de aluminio AAAC y cuya distancia a la Subestación Monoposte Proyectada se detalla en las láminas del presente estudio. La Subestación de Transformación será de 22,900 voltios trifásicos de tres hilos a 220 V. con una capacidad de 25 kVA., 60 Hz, el cual es del tipo Aéreo en Barbotante Monoposte, protegido con seccionadores fusibles tipo CUT OUT, los elementos y ferretería de Media Tensión a utilizar, estarán debidamente conectadas al Sistema de Puesta a Tierra, del mismo modo los elementos del lado de Baja Tensión estarán conectados a su propio Sistema de Puesta a Tierra.

Tabla 3.1 Cuadro de demanda máxima.

ITEM	DESCIPCION	CANTIDAD	CARGA (KW)	FS	DEMANDA
01	Aire Acondicionado (7Kw)	2	14.00	0.5	7
02	Rectificador	1	11.30	1	11.30
03	Alumbrado	1	0.50	1	0.50
04	Tomacorrientes	1	0.72	0.3	0.22
05	Panel Inteligente	1	0.2	1	0.2
DM = Σ Cargas de equipos eléctricos x 1 + (cargas fijas) x FS + (carga móvil) x FS					19.22 KW
DM = (11.30+0.5+0.2)x1 + (14) x 0.5 + (0.72)*0.3 = 19.22 KW					

Bases del cálculo:

- Eléctrico: Se efectuará teniendo en cuenta una tensión nominal de 22.9 KV, máxima caída de tensión de 3.5% de la tensión nominal, factor de potencia 0.80, y una temperatura máxima de operación de 40°C.

- **Mecánico:** Se efectuará teniendo en cuenta las normas establecidas por el C.N.E. vigente .

Financiación:

El Costo que represente la Ejecución, de las Redes materia del presente Proyecto; será financiado por el Propietario .

Normas Técnicas:

El presente Proyecto se rige:

- Ley General de Electricidad N° 23406 y su Reglamento.
- norma D.G.E. 004B-P-1/1,984.
- Norma D.G.E. 019-CA-2/1,983 y PD-1, sobre conductores y posteria para redes de distribución aérea.
- Normas ITINTEC.
- Código Nacional de Electricidad.
- Reglamento Nacional de Construcciones .

3.5.6 Dimensionado y selección de equipos de energía

El presente Proyecto tiene por finalidad, proporcionar el dimensionamiento del equipo de Fuerza para el suministro de Energía Continua en +24 VDC y –48 VDC para los equipos de Radio Frecuencia Celular y equipos de Radio transmisión respectivamente, a ser instalados en Estación Base Celular Huanta del Distrito y Provincia de Huanta de Departamento de Ayacucho.

Se ha desarrollado teniendo en cuenta la información que se tiene respecto a los consumos de los equipos y tiempo de autonomía con que se quiere contar de respaldo de energía por parte de los acumuladores de energía para mantener la continuidad operativa del sistema cuando ocurra fallas o cortes de energía eléctrica comercial suministrada por la empresa eléctrica o el Grupo Electrónico.

Alcances Del Proyecto

Comprende el dimensionado de la cantidad de módulos de rectificadores con que va operar el sistema de energía para proporcionar la capacidad de corriente que se requiere para energizar los equipos de RF Celular y considerar la corriente de carga que se necesita para restablecer la capacidad de los acumuladores de energía cuando

estos se descarguen, asimismo se debe dimensionar la cantidad de convertidores DC/DC de +24 VDC á -48 VDC para energizar los equipos de Radio transmisión. Por otro lado, también es necesario dimensionar la capacidad del banco de acumuladores de energía, en base al tiempo de autonomía requerida.

Descripción Del Proyecto

El Equipo de Fuerza elegido para este proyecto es el Sistema de Energía BZAB 201 70 proveído por la empresa EMERSON NETWORK POWER, que es especialmente fabricado para operar energizando equipos de Telecomunicaciones y tiene rectificadores modulares que permite realizar un crecimiento progresivo hasta un máximo de 840 A á 24 VDC con un consumo interno DC 250 W y un Nivel acústico Medido a 1 metro del bastidor < 65 dBA.

Además cuenta con la seguridad eléctrica y Emisiones electromagnéticas, por ello el bastidor en su conjunto tendrá el marcado CE cumpliendo la directiva 89/336 EEC y 92/31/EEC en lo que se refiere a interferencias electromagnéticas y la directiva de baja tensión 73/23/EEC de seguridad eléctrica.

El Sistema BZAB 201 70 se compone de las siguientes unidades:

- Bastidor 1/BMKB 4110, con espacio para Unidades de Fusibles de Carga, de Batería y hasta 12 módulos rectificadores BMLB 435 004/1.
- Una unidad de control ROAB 119 807/0154 que supervisa el sistema y controla la tensión de salida y la compartición de carga de los rectificadores. (Solamente en el armario principal).
- Dos módulos de supervisión ROA 119 851/1 (SM2b), que supervisan todas las unidades del sistema excepto los rectificadores.
- Convertidores CC-CC BMR 960 011/1 de 210 W cada uno, se conectan en paralelo en el lado secundario.
- Unidad de Interfaz ROAB 117 105/1.
- Almacén, BFLB 107 112/1, con espacio para tres rectificadores.
- Rectificadores monofásicos BMLB 435 004/1, cada uno de 1700 W. Los rectificadores están conectados en paralelo en el lado secundario.
- La configuración máxima a instalar como máximo es 11 + 1 rectificadores colocados en cuatro almacenes, siendo un rectificador redundante. La máxima potencia de salida suministrada por cada sistema es de 18700 W.

- Dos unidades de distribución 1/BMG 704 012/2 con un total de 32 disyuntores de distribución para +24 V CC.
- Una unidad de distribución BMGB 906 01/3 con hasta 5 fusibles del tipo NH.
- Unidad de Pantalla ROA 117 595/1.
- Unidades de Fusibles de Baterías con hasta 4 fusibles del tipo NH.
- Unidad de Distribución en Nivel de Desconexión Secundario para Consumidores +24V, (Opcional).
- Unidad de Distribución en Nivel de Desconexión Secundario para Consumidores -48V, con hasta 12 Convertidores DC/DC de 240W cada uno.

Cálculo del numero de Convertidores +24 VDC/ -48 VDC de 240 W :

En el siguiente cuadro se muestra las cargas máximas para – 48 VDC para calcular el N° de convertidores:

Tabla 3.2 Cargas máximas para el cálculo del número de convertidores.

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	CARGA (KW)	FS	DEMANDA (KW)
01	Equipo de radio transmisión	2	0.4	1	0,4
02	Sensores de Seguridad	2	0.1	1	0,1
TOTAL					0.5

El Sistema de Energía BZAB 201 70 tiene módulos convertidores de +24 VDC/ -48 VDC de 240 W, de acuerdo al cuadro para cubrir la máxima demanda se requiere 3 módulos, pero considerando que debemos tener redundancia para suplir la avería de uno de los módulos, se considera como equipamiento 4 módulos.

Cálculo de la capacidad del Banco de Baterías

El siguiente cuadro de cargas es para un voltaje de +24 VDC, nos permitirá obtener el cálculo del banco de baterías considerando una autonomía de 5 horas.

Tabla 3.3 Calculo de la capacidad del banco de baterías.

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	CARGA (KW)	FS	DEMANDA (KW)
01	Equipo GSM	2	5,65	0.7	3,95
02	Convertidores de -48 V	4	0,50	1	0.50
04	Sensor de puerta	1	0.05	1	0.05
TOTAL					4,50

Para elegir el banco de baterías tenemos que utilizar su cuadro de características eléctricas expedida por el fabricante, para ello requerimos obtener la corriente de la demanda máxima:

$$I = \frac{4500 \text{ W}}{24 \text{ V}} = 187.5 \text{ A}$$

Tabla 3.4 Cuadro de selección del banco de baterías.

A600

1.90 V/e - Descarga en A a 20°C

Tipo	Código	10min	15min	30min	1h	2h	3h	5h	8h	10h
4 OPzV 200	NGA6020200HSCFA	138	132	110	88	58	46	31	22	18
5 OPzV 250	NGA6020250HSCFA	173	165	138	110	73	57	39	28	23
6 OPzV 300	NGA6020300HSCFA	208	198	166	132	88	68	47	33	28
5 OPzV 350	NGA6020350HSCFA	212	201	173	135	96	78	57	40	34
6 OPzV 420	NGA6020420HSCFA	215	203	179	149	109	90	68	48	40
7 OPzV 490	NGA6020490HSCFA	218	211	192	163	122	103	79	56	47
6 OPzV 600	NGA6020600HSCFA	224	218	204	176	136	117	92	65	55
8 OPzV 800	NGA6020800HSCFA	346	330	305	265	194	164	124	87	76
10 OPzV 1000	NGA6021000HSCFA	397	383	361	313	235	202	154	110	96
12 OPzV 1200	NGA6021200HSCFA	448	436	416	361	276	240	184	132	115
12 OPzV 1500	NGA6021500HSCFA	561	547	497	429	334	290	214	156	140
16 OPzV 2000	NGA6022000HSCFA	676	647	597	514	400	329	250	186	158
20 OPzV 2500	NGA6022500HSCFA	811	789	741	657	500	412	312	232	198
24 OPzV 3000	NGA6023000HSCFA	1094	1067	1022	837	650	573	427	309	261

En el cuadro se busca una corriente más próxima al calculado de 187.5 A, considerando en la cabecera de columnas el tiempo de descarga requerido, que en éste caso es de 5 horas, con una descarga hasta 1,90 V, de celda de voltaje nominal

de 2 V, se tiene una corriente de descarga de 184 A y corresponde a una celda de 1200 AH.

Como se requiere un banco de baterías de 24 VDC se tiene que instalar en serie 12 celdas de 2 VDC cada uno y la capacidad del conjunto será de 1200 AH.

Para cargar adecuadamente el banco de baterías, se debe considerar una corriente equivalente al 10 % de su capacidad máxima, en éste caso 120 A (2880 W).

Cálculo del número de Rectificadores +24 VDC de 1700 W :

Para calcular el número de módulos de rectificadores se tiene que completar el cuadro de cargas con la potencia que se requiere para realizar la carga del banco de baterías.

Tabla 3.5 Cuadro para el calculo del numero de rectificadores.

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	CARGA (KW)	FS	DEMANDA (KW)
01	Equipo GSM	2	5,65	0.7	3,95
02	Convertidores de -48 V	4	0,50	1	0,50
04	Sensor de puerta	1	0,05	1	0,05
05	Carga de baterías	1	2,88	1	2,88
TOTAL					7,38

Considerando que cada módulo de rectificador es de 1,700 W, el número de módulos “n” sería:

$$n = \frac{7380}{1700} = 4.35 = 5 \text{ módulos}$$

Pero como se tiene que tener de reserva ante alguna eventualidad de deterioro de algún módulo, entonces se considera:

$$n = 5 + 1 = 6 \text{ módulos}$$

3.5.7 Dimensionado y selección de equipos de RF y sistema radiante de la Estación Base

La Estación Base es el conjunto de equipos encargados de Recibir información de voz y datos desde la Central y enviarlos hacia los móviles, así como también en el sentido contrario desde el móvil hacia la central.

Para este fin cuenta con los siguientes componentes:

Enlace de Interconexión:

Es el medio por el cual la EB se comunicará con la Central. En nuestra red se usan enlaces tipo E1 a 2 Mbps, pueden estar soportados sobre fibra óptica o enlaces de microondas. Estas asignaciones son realizadas por la Gerencia de transmisiones.

En la mayoría de los casos la EB necesita dos enlaces de Interconexión, con fines de proporcionar redundancia al canal de datos, se configuran dos bts links, uno en cada E1.

Si los enlaces E1 sufrieran de alguna interrupción por fallas en el medio de transmisión, la central celular perdería control de la EB, produciéndose la caída de esta.

Dependiendo en el tráfico que va a manejar, una EB puede tener hasta 3 E1s de Interconexión.

En algunos casos, para EB alejadas que no manejan gran cantidad de tráfico, sólo se implementa un enlace de Interconexión.

Para el caso de la EB Huanta se ha solicitado la habilitación de dos E1s.

Equipos de RF

Son los dispositivos encargados de convertir los datos y la voz provenientes de la central, en señal de radio - frecuencia, que será transmitida hacia los móviles. Así como también en el sentido contrario, convierte la señal de radio-frecuencia proveniente de los móviles en datos que son posibles de enviar a la Central por medio del enlace de Interconexión.

En el sistema analógico se usan los llamados transceivers, los cuales trabajan a diferentes frecuencias, que se configuran según la respectiva base de datos desde la central.

En el sistema Digital se usa una combinación de tarjetas que hace posible la codificación y decodificación de la voz y datos de control, y su respectiva

modulación en la banda ancha. Estas tarjetas son la MCC (Multi-channel Card), BDC (Base Band Distribution & combiner) y la BBX (Broadband transceiver).

Se usan también los llamados Módulos de Amplificación, que servirán para darle potencia a la señal de RF.

Telefónica móviles tiene en su planta de GSM equipos de RF de la marca SIEMENS en todo el Departamento de Lima y equipos RF de marca ERICSSON en todos los departamentos del Perú excepto Lima., negociaciones y adquisiciones realizadas a nivel corporativo.

Para el caso de la EB Huanta se va instalar el RBS 2106 de ERICSSON, es un equipo Outdoor de gran capacidad, compacto y soporta hasta veinte transceivers por gabinete. Es posible instalar con configuraciones de uno, dos o tres sectores de sistema radiante incluyendo dual band en un solo gabinete.

El RBS 2106 esta preparada para servicio de datos GSM, incluyendo el General Packet Radio Service (GPRS) y el High Speed Circuit Switched Data (HSCSD) a 14.4 kbit/s timeslots, además con un poderoso Distribution Switch Unit (DXU) y buses internos de alta velocidad garantizan soportar totalmente EDGE.

Sistema Radiante

Las antenas son los elementos radiantes usados para convertir la señal proveniente de los amplificadores en señal electromagnética que viajará por el aire hasta llegar a los móviles. Se usan tres antenas, una para la transmisión y dos para recepción. Las antenas de recepción están ubicadas para trabajar en diversidad en el espacio. Las Estaciones base para tener una gran cobertura por lo general son sectorizadas en 120 °. Cada Sector cuenta con un juego de tres antenas y amplificadores para cada uno de ellos.

Las antenas usadas tienen una inclinación (Tilt) variable con el cual se gradúa las distancias de cobertura, según los requerimientos de la zona. El azimut a ser usado es el siguiente:

Sector 1: 30°

Sector 2: 150°

Sector 3: 270°

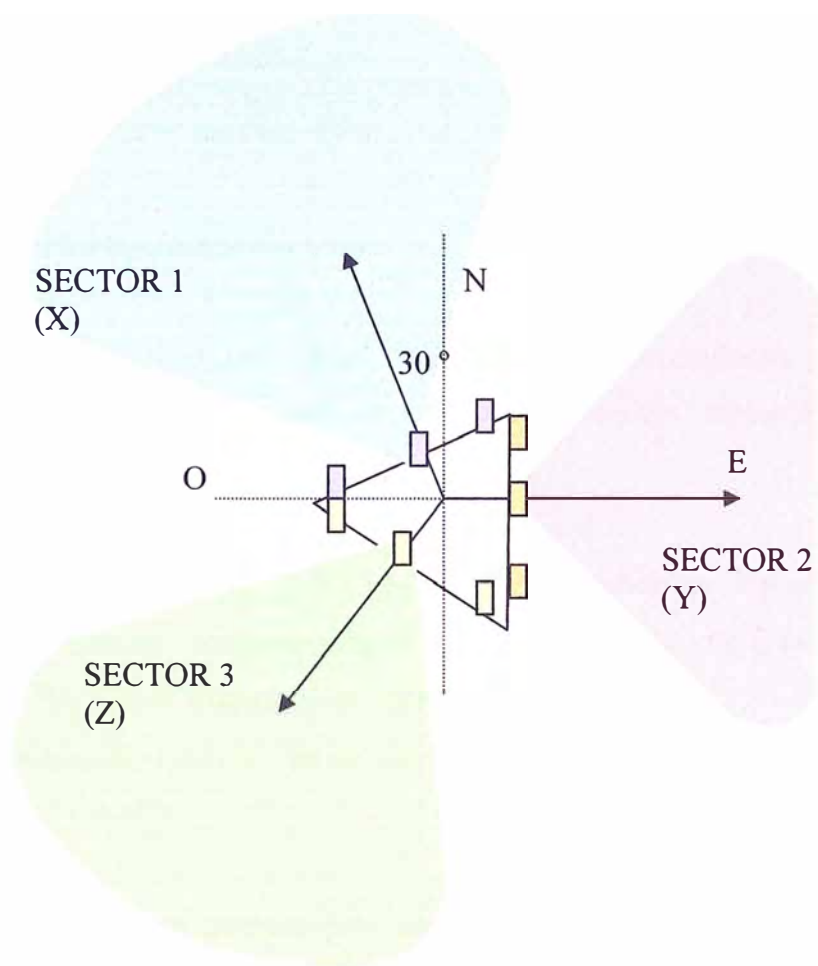


Fig. 3.32 Cobertura de una EB sectorizada a 120°

CAPITULO IV PROCEDIMIENTOS DE IMPLEMENTACION, OPTIMIZACION Y PRUEBAS OPERATIVAS DEL PROYECTO

4.1 Ingeniería de obra civil e instalaciones eléctricas:

4.1.1 Ingeniería de obra civil:

La ingeniería del proyecto se inicia al ser validada legalmente el emplazamiento, para ello como trabajo preliminar se realizó el estudio de suelo y levantamiento topográfico, con estos datos se empiezan a realizar los planos.

Diseño de arquitectura:

El proyecto tiene por objeto habilitar una caseta que reúna las condiciones requeridas para la instalación de los equipos necesarios para el funcionamiento de una Estación Base Celular, como parte del plan de expansión de Telefónica Móviles.

El proyecto se encuentra ubicado en el Jr Chávez Gavilán 268, Distrito y Provincia de Huanta, Departamento de Ayacucho.

Descripción del proyecto:

Los trabajos consisten en habilitar un ambiente para sala de equipos, y un espacio para la construcción de la torre, este emplazamiento es parte de una propiedad alquilada para la Estación Base Celular Huanta de Telefónica Móviles.

La independización se ejecutará con tabiquería drywall en el interior del ambiente, además se tarrajeará y pintará todo el exterior de ambiente (muros y cielo raso).

La Estación Base Celular utilizará la torre existente de 40m de altura, la cual se incrementará en su altura en 6.30m, para esto se realizará un estudio estructural.

El área techada a utilizar para la Estación Base Celular será de 21.50m² en el primer piso. La nueva caseta tiene ingreso directo desde el patio principal del predio, Los trabajos que comprende el presente proyecto deberán ejecutarse en los plazos establecidos con materiales, acabados y mano de obra de primera calidad de acuerdo a lo indicado en los planos y especificaciones que conforman el presente expediente técnico y a lo normado en el Reglamento Nacional de Construcciones y Código Nacional de Electricidad.

Validez de Planos y Metrados:

En caso de existir divergencia entre los documentos del proyecto, se establece lo siguiente:

- Los planos tienen validez sobre las especificaciones técnicas, metrado y presupuesto.
- Las especificaciones técnicas tienen validez sobre metrados y presupuestos.
- La omisión parcial o total de una partida no dispensará al contratista de su ejecución, si está prevista en los planos y/o especificaciones.

Materiales de Mano de Obra:

Todos los materiales o artículos suministrados para las obras, que cubren estas especificaciones, deben ser nuevos y de buena calidad. Según el Registro Nacional de Construcciones, ningún material de construcción o desmonte podrá permanecer en la vía pública, sino el tiempo necesario para su descarga o remoción.

Inspección:

Todo el material y la mano de obra empleada estará sujeto a inspección por parte del supervisor de Telefónica Móviles.

Cualquier cambio durante la ejecución de la obra deberá ser notificado al supervisor para su aprobación correspondiente.

Control:

El contratista está obligado a llevar un cuaderno de obra donde se registrarán ocurrencias trascendentales, como las observaciones hechas por el supervisor, anotaciones del Ingeniero o Arquitecto residente.

Especificaciones técnicas:**Obras preliminares**

Comprende todas aquellas labores previas y necesarias para iniciar la obra, mantenimiento de los materiales, herramientas, equipos y maquinarias en condiciones de protección y conservación.

Comprende también la realización de los trabajos de demolición:

- Retirar Puerta existente para su posterior reubicación.
- Retirar ventana existente, tapiar vano.

Muro de tabique drywall acústico:

Este será ejecutado con perfiles de hierro del tipo PRECOR y planchas Gyplac de Eternit, para separación de ambientes. Este tabique se desplaza sobre sardinel de concreto $h=0.15m$. e irá de piso a techo. Llevará lana de vidrio por el interior.

Cobertura con mortero impermeabilizante:

Se colocará en techo aligerado existente, mortero con aditivo impermeabilizante CHEMA. El mortero a aplicar tendrá un espesor de 1" de volado exterior.

Piso de Cerámica:

En el área de Sala de Equipos se colocara piso de cerámica CELIMA de dimensiones 0.30m x 0.30m y tendrá color gris corporativo.

Contrazocalo de Cerámica:

Se colocará contra zócalo de cerámica Celima, del mismo material que el piso e irá con una altura de 1.10m. en todo el ambiente interior.

Contrazocalo de Cemento pulido:

Llevará Contrazócalo de cemento pulido en todo el exterior de toda la caseta, tendrá una altura de 0.30m. e irá acabado en esmalte gris oriente en exterior.

Carpintería metálica:

Este rubro comprende los trabajos que se ejecutan con elementos metálicos que no tengan función estructural resistente, bajo el concepto de carpintería metálica están comprendidas las puertas, ventanas y estructuras similares que se ejecutan con tubos, perfiles especiales, barras, planchas, rejas.

En el proyecto se utilizará puerta de fierro contraplacado.

Cerrajería:

Consiste en la colocación de elementos accesorios que figuran en carpintería metálica, destinados a facilitar el movimiento de las hojas y dar seguridad al cierre de puertas, ventanas y elementos similares.

Cerraduras:

La puerta de ingreso a la nueva caseta y sala de equipos tendrán cerradura del tipo parche YALE de tres golpes con tirador.

Bisagras:

Para puerta de fierro se colocará bisagras del tipo pesado, de fierro pre- fabricado de primera calidad, colocándole cuatro unidades de bisagra con dimensiones de 4" x 4".

Pinturas:

Este capítulo comprende la pintura de todos los muros y columnas, derrames y carpintería en general.

Todos los materiales para ejecutar los trabajos de pintura serán de primera calidad y deberán ser llevados a la obra en sus respectivos envases originales.

Antes de comenzar con el pintado será necesario efectuar resanes y lijado de todas las superficies las cuales llevarán una base de imprimante de calidad, debiendo ser este de marca conocida.

En superficies de paredes nuevas y muros tapiados, se aplicará una mano de imprimante con brocha y una segunda mano puro, con espátula metálica, el objeto es obtener una superficie tersa e impecable, posteriormente se lijará utilizándose una lija muy fina (lija de agua), para nivelar la superficie y dar la aplicación de la primera capa de pintura.

Posteriormente se aplicarán dos manos de pintura. Sobre la primera mano, se harán resanes y masillados necesarios antes de la segunda mano definitiva.

En el Proyecto se pintará todos los muros que comprende el proyecto

El cielo raso será pintado con látex color blanco.

Toda la carpintería metálica nueva, se pintará con pintura anticorrosiva (dos manos) y esmalte acrílico (dos manos), color gris Oriente, para evitar cualquier efecto de oxidación.

Adicionalmente se comprende como varios a todos los elementos que no pertenecen a las partidas anteriores como extintores.

Además se colocará felpa de neoprene $e=1/8''$, debajo de puerta de fierro contraplacada.

Diseño de estructuras:

La presente memoria, tiene por objeto describir las consideraciones tenidas en cuenta para el diseño de la EBC HUANTA de la empresa Telefónica Móviles S.A. a instalar en la caseta de TV de la Municipalidad de Huanta existente ubicada en el depósito Municipal de Huanta, en el Distrito y Provincia del mismo nombre en el Departamento de Ayacucho.

La estación se instalará dentro de un Shelter o contenedor el cual se apoyará en una losa de concreto armado de 0.15m de espesor con $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$. Esta losa se vaciará sobre un solado de 5 cm de espesor hecho con mezcla Cemento: Hormigón 1:12.

Para adecuar la torre auto soportada de 40m existente para el montaje de antenas para el funcionamiento de la estación deberá incrementarse la altura de ésta en 6.30m, para ello se adicionará una estructura reticulada similar a la existente conformada por: tubos de $\varnothing 2''$ y espesor 2mm como montantes y ángulos de $1.1/2'' \times 3/16''$ como elementos

diagonales y horizontales. Esta estructura se fijará mediante 06 abrazaderas de $\varnothing 5/8''$ a las montantes de la antena existente.

Para eliminar el efecto rotacional del viento en la antena se incluye un estabilizador constituido por ángulos de $2.1/2'' \times 3/16''$ y $3'' \times 1/4''$ a adosarse a las montantes de la antena mediante abrazaderas de $\varnothing 5/8''$. En cada extremo del estabilizador se instalarán 02 vientos de $1 \times 7,3/8''$ los cuales se anclarán en los mismos anclajes existentes adicionando planchas de $1/2''$ según el detalle especificado en E-03. Para la instalación de estos cables en cada uno de los 03 anclajes se reubicarán los 03 cables existentes haciendo uso de los templadores, uno por uno, como se especifica para no afectar la estabilidad de la torre.

Para la verificación de la capacidad de la estructura metálica existente se han considerado las antenas vistas in situ, un máximo de 9 antenas con un peso aproximado de 12 Kg c/u las cuales serán instaladas por 02 operarios, una velocidad del viento de 120 Km/h y los siguientes parámetros sísmicos:

$$Z = 0.4, U = 1.5, C1 = 0.75.$$

El Diseño ha sido realizado de acuerdo a las Normas establecidas en el Reglamento Nacional de Construcciones y las especificaciones compatibles del AISC-LRFD.

Especificaciones técnicas de estructuras:

Este documento técnico ha sido elaborado con la finalidad de dar las pautas generales a seguirse en cuanto a calidad de materiales, procedimientos constructivos y otros aspectos de la obra a fin de constituirse en un auxiliar técnico en el proceso de construcción.

El contenido técnico vertido en el desarrollo de las especificaciones técnicas es compatible con los siguientes documentos:

- Reglamento Nacional de Construcciones del Perú.
- Manuales de Normas del A.C.I.
- Manuales de Normas del A.S.T.M.

Trazo, niveles y replanteo:

Comprende el replanteo de los planos en el terreno y nivelado fijando los ejes de referencia y las estacas de nivelación de ser el caso.

Se marcarán los ejes los cuales deben ser aprobados por el Ingeniero Inspector, antes que se inicien los trabajos.

Concreto: Ensayos de resistencia:

El muestreo del concreto se hará de acuerdo a ASTM C172. La elaboración de la probeta debe comenzar a más tardar 10 minutos después del muestreo y en una zona libre de vibraciones.

Las probetas serán moldeadas de acuerdo al siguiente procedimiento:

- Se llena el molde con Concreto fresco hasta una altura aproximada de 1/3 de la total, compactando a continuación enérgicamente con la barra compactadora mediante 25 golpes uniformemente repartidos en forma de espiral comenzando por los bordes y terminando en el centro, golpeando en la misma dirección del eje del molde.
- Si después de realizar la compactación, la superficie presenta huecos, estos deberán cerrarse golpeando suavemente las paredes del molde con la misma barra o con un martillo de goma.
- Este proceso se repite en las capas siguientes cuidando que los golpes únicamente los reciba la capa en formación hasta lograr el llenado completo del molde. En la última capa se coloca material en exceso de tal manera que después de la compactación pueda enrasarse a tope con el borde superior del molde sin necesidad de añadir más material.

Las probetas de concreto se curarán antes del ensayo conforme a A.S.T.M. C-31.

Las pruebas de compresión se regirán por A.S.T.M. C-39.

Se hará por lo menos un ensayo el cual se probará a los 28 días.

Dosificación de la mezcla de concreto:

El Contratista al inicio de la obra, hará los diseños de mezcla correspondientes, los cuales deberán estar avalados por algún Laboratorio competente especializado, con la historia de todos los ensayos realizados para llegar al diseño óptimo.

Los gastos de estos diseños correrán por cuenta del Contratista. El diseño que proponga el Contratista será aprobado previamente por el Ingeniero Inspector.

La dosificación será realizada en obra, el equipo empleado deberá tener los dispositivos convenientes para dosificar los materiales de acuerdo al diseño aprobado.

En el caso de usar concreto premezclado, este deberá ser dosificado, mezclado, transportado, entregado y controlado de acuerdo a la Norma A.S.T.M. C94. No se podrá emplear concreto que tenga más de 1 ½ horas mezclándose desde el momento que los materiales empezaron a ingresar al tambor mezclador.

Consistencia del concreto:

La proporción entre agregados deberá garantizar una mezcla con un alto grado de maniobrabilidad y resistencia de manera que se acomode dentro de las esquinas y ángulos de la forma del refuerzo, por medio del método de colocación en la obra, que no permita que se produzca un exceso de agua libre en la superficie.

El concreto se deberá vibrar en todos los casos.

El asentamiento o Slump permitido según la clase de construcción y siendo el concreto vibrado es el siguiente:

Tabla 4.1 Asentamientos por clase de construcción.

CLASE DE CONSTRUCCION	ASENTAMIENTO MAXIMO	ASENTAMIENTO MÍNIMO
Zapatas o placas reforzadas, columnas y pavimentos.	4"	1"
Zapatas sin armar y muros ciclópeos.	3"	1"
Losas, vigas y muros reforzados	4"	1"

Se recomienda usar los mayores Slump para los muros delgados, para concreto expuesto y zonas con excesiva armadura.

Mezclado del concreto:

Antes de iniciar cualquier mezclado el equipo deberá estar completamente limpio, el agua que haya estado guardada en depósitos desde el día anterior será eliminada, llenándose los depósitos con agua fresca y limpia.

El concreto deberá ser mezclado solo en la cantidad que se vaya a usar de inmediato, el excedente será eliminado. En caso de agregar una nueva carga la mezcladora deberá ser descargada.

Se prohibirá la adición indiscriminada de agua que aumente el Slump.

El mezclado deberá continuarse por lo menos durante 1 ½ minutos después que todos los materiales estén dentro del tambor, a menos que se demuestre que un tiempo menor es satisfactorio.

Colocación del concreto:

Es requisito fundamental que los encofrados hayan sido concluidos, éstos deberán ser mojados y/o aceitados.

El refuerzo de fierro deberá estar libre de óxidos, aceites, pinturas y demás sustancias extrañas que puedan dañar el comportamiento.

Toda sustancia extraña adherida al encofrado deberá eliminarse.

El encofrado no deberá tener exceso de humedad.

En general para evitar planos débiles, se deberá llegar a una velocidad y sincronización que permita el vaciado uniforme, con esto se garantiza la integración entre el concreto colocado y el que se está colocando, especialmente el que está entre barras de refuerzo; no se colocará el concreto que esté parcialmente endurecido o que esté contaminado.

Consolidación y fraguado:

Se hará mediante vibraciones, su funcionamiento y velocidad se hará siguiendo la recomendación de los fabricantes.

El inspector chequeará el tiempo suficiente para la adecuada consolidación que se manifiesta cuando una delgada película de mortero aparece en la superficie del concreto y todavía puede verse el agregado grueso rodeado de mortero.

La consolidación correcta requerirá que la velocidad de vaciado no sea mayor que la vibración.

El vibrador debe ser tal que impregne en concreto todas las barras de refuerzo y que llegue a todas las esquinas, que queden embebidos todos los anclajes, sujetadores, etc., de modo que se eliminen las burbujas de aire por los vacíos que puedan quedar y que no se produzcan cangrejas.

La distancia entre puntos de aplicación del vibrador será 45 a 75 cm y en cada punto se mantendrá entre 5 a 10 segundos de tiempo.

Encofrado, desencofrado y juntas:

El Contratista realizará el diseño teniendo en cuenta:

- Espesores y secciones correctas.
- Inexistencia de deflexiones.
- Elementos correctamente alineados.

Se deberá además tener en cuenta:

- Velocidad y sistema de vaciado.

- Cargas diversas como: material, equipo, personal, fuerzas horizontales, verticales y/o impacto, evitar deflexiones, excentricidad, contra flechas y otros.
- Características de material usado, deformaciones, rigidez en las uniones, etc.
- Que el encofrado construido no dañe a la estructura de concreto previamente levantada.
- El desencofrado deberá hacerse gradualmente, estando prohibido las acciones de golpes, forzar o causar trepidación. Los encofrados y puntales deberán permanecer hasta que el concreto adquiriera la resistencia suficiente para soportar con seguridad las cargas y evitar la ocurrencia de deflexiones permanentes no previstas, así como para resistir daños mecánicos tales como quiñaduras y despostillamientos.
- En caso de concreto normal considerar los siguientes tiempos mínimos para desencofrar:

Tabla 4.2 Tiempos mínimos para desencofrado

Columnas, muros, costados de vigas y zapatas.	2 días
Fondo de losas de luces cortas	10 días
Fondo de vigas de gran luz y losas sin vigas.	21 días
Fondo de vigas de luces cortas.	16 días
Ménsulas o voladizos pequeños.	21 días

El recubrimiento mínimo será de 2.5 cm.

Curado:

Será por lo menos de 3 días, durante los cuales se mantendrá el concreto en condición húmeda. El curado se iniciará a partir de las 10 ó 12 horas del vaciado.

Cuando el curado se efectúa con agua, los elementos horizontales se mantendrán con agua, especialmente en las horas de mayor calor y cuando el sol actúa directamente; los

elementos verticales se regarán continuamente de manera que el agua caiga en forma de lluvia. Se permitirá el uso de plásticos como polietileno.

Cuando los muros alcancen la altura de 50 cm, se correrá cuidadosamente una línea de nivel sobre la cual se comprobará la horizontalidad del conjunto aceptándose un desnivel de hasta 1/200 que podrá ser verificado promediándolo en el espesor de la mezcla en no menos de 10 hiladas sucesivas.

Carpintería metálica:

Se trata de la construcción de estructuras de soporte formadas por Vigas Metálicas y la construcción de puertas, ventanas y/o rejas.

Todo el material será nuevo y de acuerdo a los siguientes requisitos:

- Perfiles y planchas de acero estructurales: Acero que cumpla con ASTM A-36.
- Soldadura: La soldadura será de acuerdo a la Norma AWS y los electrodos serán E60XX.
- Se respetará las secciones exactas de los perfiles, espesor, dimensiones y detalles de construcción indicados en los planos. Las modificaciones en las mismas deberán realizarse con la aprobación escrita del Ingeniero Residente.
- Todos los miembros y secciones serán ajustados y acabados en su posición precisa requerida para permitir una unión limpia de las partes en el campo como resultado de la verificación en el sitio de las medidas indicadas en los planos. Será aceptado un ligero desplazamiento en las partes ensambladas.
- No se permitirá el empalme de elementos estructurales principales hecho con la finalidad de lograr el óptimo aprovechamiento de retazos.
- Todas las uniones soldadas serán hechas por soldadores calificados de acuerdo al código para soldadura AWS S1 0-69 del AWS.
- Todas las superficies serán preparadas adecuadamente para ser pintadas eliminando el óxido incipiente o residuos de grasa.
- Se aplicarán 02 manos de anticorrosivo epóxico y 02 manos de esmalte epóxico en todos los elementos de acero.



Fig. 4.1 Fotografía de la estructura

4.1.2 Instalaciones eléctricas:

La finalidad es la de proporcionar el Suministro de Energía Eléctrica en Media Tensión 22.9 KV al local Estación Base Celular- Huanta del Distrito y Provincia de Huanta de Departamento de Ayacucho.

El presente Estudio se ha desarrollado teniendo en cuenta el siguiente documento, que ha servido de base legal para su desarrollo:

“Factibilidad Eléctrica y Fijación del Punto de Entrega para el local Estación Base Celular- Huanta”, otorgado por la Empresa Concesionaria; mediante Documento JCH-0264-C-2006 con fecha del 11 de Noviembre del 2006.

Comprende el diseño de derivación de la Red Aérea Primaria en 22.9 kV, desde la estructura N°118 de madera existente, perteneciente al alimentador CAC202- 22.9 Kv. CH Caclic – Pedro Ruíz – Pomacochas, tal como se indica en el Plano General del presente Proyecto, que la empresa Concesionaria ha determinado como punto de alimentación.

Asimismo el diseño de la Subestación Monoposte con Transformador Trifásico de 25 kVA de potencia, relación de transformación de 10/0.22 kV. de 60 Hz., desde la cual se

suministrará energía eléctrica en baja tensión para el servicio particular del local en mención.

El Sistema Distribución Primaria será en 22.9 kV., sistema trifásico de tres hilos; que comprende el diseño de derivación de la Red Aérea Primaria en 22.9 Kv desde la estructura existente de MT, la misma que pertenece al AMT TUM 202 en 22.9 kV, a través de un conductor de aluminio AAAC y cuya distancia a la Subestación Monoposte Proyectada que se detalla en las láminas del presente estudio. La Subestación de Transformación será de 22,900 voltios trifásicos de tres hilos a 220 V. con una capacidad de 25 kVA., 60 Hz., del tipo Aéreo en Barbotante Monoposte, protegido en 22.9 kV. Con Seccionadores Fusibles tipo CUT OUT, los elementos y ferretería de Media Tensión a utilizar, estarán debidamente conectadas al Sistema de Puesta a Tierra, del mismo modo los elementos del lado de Baja Tensión estarán conectados a su propio Sistema de Puesta a Tierra.

Tabla 4.3 Cuadro de demanda máxima

ITEM	DESCRIPCION	CANT.	CARGA (KW)	FS	DEMANDA
1	Aire Acondicionado (7Kw)	2	14.00	0.5	7
2	Rectificador	1	11.30	1	11.30
3	Alumbrado	1	0.50	1	0.50
4	Tomacorrientes	1	0.72	0.3	0.22
5	Panel Inteligente	1	0.2	1	0.2
DM = Σ Cargas de equipos eléctricos x 1 + (cargas fijas) x FS + (carga móvil) x FS DM = (11.30+0.5+0.2)x1 + (14) x 0.5 + (0.72)*0.3 = 19.22 KW					19.22 KW

Bases del cálculo:

Eléctrico: Se efectuará teniendo en cuenta una tensión nominal de 22.9 KV, máxima caída de tensión de 3.5% de la tensión nominal, factor de potencia 0.80, y una temperatura máxima de operación de 40°C.

Mecánico: Se efectuará teniendo en cuenta las normas establecidas por el C.N.E. vigente.

Financiación:

El Costo que represente la Ejecución, de las Redes materia del presente Proyecto; será financiado por el Propietario.

Normas técnicas:

El presente Proyecto se rige por:

- Ley General de Electricidad N° 23406 y su Reglamento.
- Norma D.G.E. 004B-P-1/1,984.
- Norma D.G.E. 019-CA-2/1,983 y PD-1, sobre conductores y postería para redes de distribución aérea.
- Normas ITINTEC.
- Código Nacional de Electricidad.
- Reglamento Nacional de Construcciones.

Montaje de la acometida eléctrica:

El Sistema Distribución Primaria diseñado es en 22.9 kV., sistema trifásico de tres hilos; el cual comprende el diseño de derivación de la Red Aérea Primaria en 22.9 Kv desde la estructura existente de MT, la misma que pertenece al AMT TUM 202 en 22.9 kV; A través un conductor de aluminio AAAC. La Subestación de Transformación será de 22,900 voltios trifásicos de tres hilos a 220 V. con una capacidad de 25 kVA., 60 Hz, el cual es del tipo Aéreo en Barbotante Monoposte, protegido en 22.9 kV. Con Seccionadores Fusibles tipo CUT OUT, los elementos y ferretería de Media Tensión a utilizar, estarán debidamente conectadas al Sistema de Puesta a Tierra, del mismo modo los elementos del lado de Baja Tensión estarán conectados a su propio Sistema de Puesta a Tierra.

Generalidades:

Las presentes Especificaciones se refieren a los trabajos a efectuar por el Contratista para la construcción de la subestación y redes de distribución primaria, materia de este proyecto y tienen como base lo establecido por el Código Nacional de Electricidad, Tomo I y IV y la práctica común de ingeniería.

Para la ejecución de esta obra, el contratista designara un Ingeniero Mecánico Electricista colegiado y hábil para ejercer la profesión, como Residente de la Obra.

El contratista ejecutará todos los trabajos necesarios para construir las redes de distribución primaria, de tal manera que entregue al propietario una instalación completa y lista para entrar en servicio.

Las tareas principales se describen a continuación y queda entendido, sin embargo, que será responsabilidad del contratista, efectuar todos los trabajos que sean razonablemente necesarios, aunque dichos trabajos no estén específicamente indicados y/o descritos en especificación.

El contratista será responsable de efectuar todo trabajo de campo necesario para replantear la ubicación de las estructuras de las redes de distribución indicando la ubicación definitiva de las estructuras. Estos planos pasarán a poder del propietario.

Transporte y manipuleo de materiales:

El ejecutor transportará y manipulará todos los materiales y equipos con el mayor cuidado.

Los materiales serán transportados hasta el almacén de la obra; al ser descargado de los vehículos (camiones) no deben ser arrastrados o rodados por el suelo. Todo material que resulte deteriorado durante el transporte, deberá ser reemplazado.

Replanteo:

El contratista será responsable de efectuar todo el trabajo de campo necesario para replantear la ubicación de las estructuras de soporte de la línea.

El replanteo deberá ser efectuado por personal experimentado utilizando teodolito, determinando las distancias por el procedimiento estadimétrico.

Los métodos de trabajo a emplear en dicho replanteo deberán ser tales que aseguren que el error cometido al medir las distancias no supere 3m/km.

El replanteo incluirá las siguientes operaciones:

- **Ubicación de las Estructuras:**

El contratista ubicará los ejes de cada estructura, estacará y colocará hitos en los vértices de la línea.

Si durante el replanteo o la construcción de la línea el contratista detectara un error en el perfil, deberá notificar inmediatamente al supervisor, si en opinión del supervisor, el error es de suficiente magnitud, para requerir cambios en cuanto al proyecto original, ordenará por escrito al contratista efectuar dichos cambios.

- **Secciones Transversales:**

Al efectuar el replanteo, el contratista verificará la inclinación lateral del terreno y su incidencia en la línea, debiendo informar al supervisor de cualquier aspecto saltante que pueda comprometer la adecuada separación conductor-suelo ante oscilaciones del conductor; cuando se requiera, se deberá levantar secciones transversales o perfiles

laterales, para completar los datos considerados en el levantamiento topográfico del proyecto.

Instalaciones de postes:

El trazado de la línea deberá ceñirse en lo posible a la disposición que aparece en los planos.

El contratista efectuará la excavación de los huecos para la cimentación de los postes con las dimensiones especificadas en los respectivos planos, conforme al procedimiento que él proponga y que el Ingeniero Supervisor apruebe. El contratista tomará las precauciones necesarias para evitar derrumbes durante la excavación.

Se evitará golpear los postes o dejarlos caer bruscamente, no se permitirán arrastrar manualmente los postes.

Los postes no deberán exceder un error de verticalidad de 0.05 por metro de longitud del poste. En las estructuras de anclaje y ángulo se colocará el poste con una inclinación de sentido contrario a la dirección al eje del tiro de los conductores, para prever el efecto del mismo al producirse el templado; dicha inclinación será igual al diámetro del poste en la punta.

Una vez que los postes hayan sido instalados y alineados perpendicularmente, se deberá proceder a la cimentación con mezcla de concreto de relación 1 a 8 (cemento-hormigón) con 25% de piedra mediana y deberá estar sujeto a aprobación del Ingeniero Supervisor.

Montaje de crucetas, ménsulas y ferretería:

Se instalarán de acuerdo a lo indicado en los planos respectivos.

Su montaje se realizará totalmente antes del izado y cimentación de los postes, debiendo cuidar que conserven perpendicularidad con ellos y al eje de la línea los de alineamiento

Montaje de las retenidas:

Después de instalado el poste, se procederá a instalar los vientos, para lo cual se abrirá en el suelo los huecos respectivos y se colocará la base y el anclaje, según el plano, compactándose el terreno en capas no mayores de 15 cm. y regándose. Después se continuará apisonando varias veces en uno o dos días y posteriormente, terminadas las reparaciones, se procederá a la colocación de los cables. El cable cederá al ser solicitado, antes de fijar definitivamente las mordazas preformadas se tirará el poste

por el extremo opuesto al viento para templarlo por unas horas, posteriormente el reajuste para fijar definitivamente las mordazas preformadas.

El Ingeniero Supervisor podrá reinstalar las retenidas que no cumplan el requisito de que la varilla de anclaje sobresalga 0.20 m (mínimo) sobre el nivel del suelo.

Puesta a tierra:

Después de instalado el poste, se procederá a instalar la puesta a tierra según el plano respectivo.

Para colocar el dispensor se excavará 1.5 m. introduciéndose a golpes el resto del dispensor, con los medios mecánicos necesarios hasta 0.50 m. por debajo del nivel del suelo.

El conexionado del conductor con las varilla se realiza mediante conectores.

En el montaje de las varillas se debe respetar las distancias indicadas.

La puesta a tierra de la sub-estación se hará conectando, las partes metálicas de los equipos y la caja del tablero de distribución a las respectivas varillas de tierra.

Se debe obtener una resistencia de puesta a tierra en el sistema no mayor a diez (10) ohmios y si fuera superior se aumentará el número de dispensores.

Instalación de aisladores:

Aisladores Tipo PIN:

Los aisladores tipo espiga de las redes de distribución primaria se instalarán en los respectivos postes, antes del izado y montaje de los mismos. Se verificará antes de su instalación, el buen estado de los diferentes elementos.

Aisladores tipo Poliméricos:

El armado se efectuará en forma cuidadosa, prestando especial atención que los seguros queden debidamente instalados.

Antes de proceder al ensamblaje se verificará que sus elementos no presenten defectos y que estén limpios. La instalación se realizará en el poste ya instalado, teniendo cuidado que durante el montaje de las cadenas a su posición, no se produzcan golpes que puedan dañar los aisladores.

Instalación del conductor aéreo

La instalación del conductor se hará de modo que no se afecte de ninguna manera. Se evitará rozar el conductor por el suelo con los armados.

Los tramos de conductor se unirán entre sí con manguitos de unión, no estando permitido utilizarse entorchado para ninguna de las secciones de conductor especificadas.

El tendido se hará de tal manera que no deberá haber más de un manguito por conductor y por vano.

Si por un caso especial se deteriora el conductor por rotura de uno o dos hilos, se procederá a su reparación mediante manguito.

El conductor se deberá tender de acuerdo a las curvas de templado que se muestran en los gráficos correspondientes, las cuales deberá verificar el contratista para la siguiente hipótesis inicial 10°C con viento de 15.12 kg/m².

El conductor, sobre todo el de media tensión, deberá permanecer colgado de las poleas 48 horas antes de hacerle los ajustes del templado y fijarlo a los aisladores.

Cuando los conductores atraviesan zonas donde hay árboles, deberá podarse éstos a fin de que no ocasionen problemas en la red de distribución.

Montaje de sub-estación aérea:

La ubicación de la subestación deberá respetarse en lo posible, no admitiéndose variaciones mayores de 10 m. y en todo caso deberán ser aprobados por el Ingeniero Supervisor.

Dado lo delicado del trabajo, se deberá encomendar el montaje de la subestación a personal experto y con experiencia en el campo.

El montaje de los equipos y elementos de la sub-estación se realizará en el armado respectivo, verificándose antes de la instalación su correcto funcionamiento y en caso de los CUT OUT el calibre del cartucho fusible.

La derivación de los conductores de la red primaria al transformador se hará mediante conectores, que serán protegidos con cinta plástica.

El lado de alta tensión de los transformadores se ubicaran hacia el lado de la calle y el transformador será fijado en la plataforma sólidamente y a prueba de temblores, el conexionado del transformador a los circuitos de salida se hará con conductores de cobre forrado de calibres especificados.

Después del montaje de la subestación se hará una comprobación de las distancias eléctricas a fin verificar que cumplan con lo estipulado por el Código Nacional de Electricidad, en caso contrario efectuar las modificaciones necesarias.

Montaje del seccionador fusible:

Se instalarán de acuerdo a los planos y láminas del Proyecto.

El desplazamiento de los mismos al ser abiertos no debe pasar fuera del plano vertical.

Los contactos deben estar limpios de óxidos, grasa y los portafusibles deben llevar los fusibles descritos.

Se instalarán seccionadores fusibles en la estructura de inicio de línea y en la sub-estación aérea.

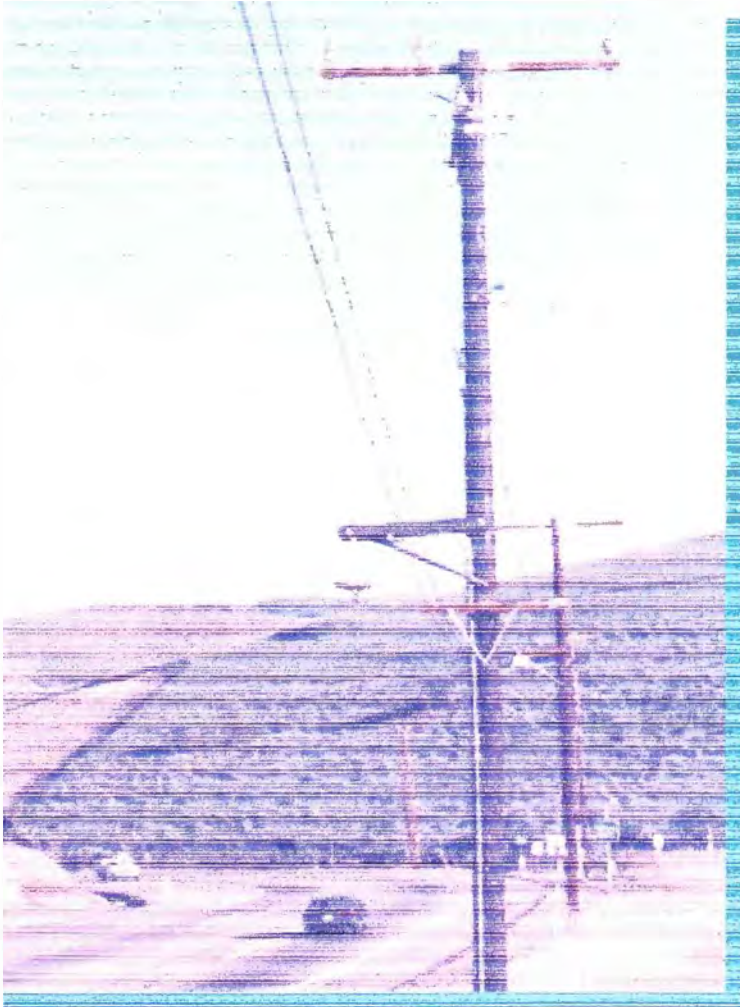


Fig. 4.2 Vista de los seccionadores.

Pruebas:

Al concluir los trabajos de montaje de la Línea se deberán realizar las pruebas que se detallan a continuación en presencia del Ingeniero Supervisor de Obras, empleando instrucciones y métodos de trabajo apropiado para éste, y el ejecutor realizará las

correcciones o reparaciones necesarias hasta que los resultados de las pruebas sean satisfactorias a juicio del Supervisor de Obras.

Previamente con la ejecución de estas pruebas, el ejecutor en presencia del Ingeniero Supervisor de Obra, efectuará cualquier otra labor que sea necesaria para dejar las líneas listas a ser energizadas.

Cuando el Ingeniero Supervisor de Obra, considere necesario efectuar cualquier otra prueba, el ejecutor deberá realizarla, recibiendo en tal caso una compensación adicional fijada de común acuerdo.

Determinación de la secuencia de fases:

Se debe demostrar que la posición relativa de los conductores de cada fase corresponde a lo prescrito.

Prueba de continuidad y resistencia eléctrica:

Para esta prueba, se pone en cortocircuito las salidas de las líneas de la subestación y después se prueba en cada uno de los terminales de red su continuidad.

Las resistencias eléctricas de las tres fases de la línea, no deberán diferir a más del 5% del valor de la resistencia por kilómetros del conductor.

Prueba de aislamiento de línea:

La medición del aislamiento se efectuará entre cada fase de la línea y tierra, y entre fases.

El nivel de aislamiento de la línea debe estar especificado en el Código Nacional de Electricidad.

Prueba de la Puesta a Tierra:

La resistencia de la puesta a tierra de las estructuras o armados no deberá tener un valor mayor que 5 Ohmios, la resistencia en el electrodo no deberá superar los 25 Ohmios y la resistencia del sistema no será mayor de 30 Ohmios.

4.2 Instalación, configuración y pruebas de operación de equipos de fuerza, RF y sistema radiante:

4.2.1 Equipos de fuerza:

El sistema de Equipo de Fuerza es quien va a proporcionar la energía DC a los equipos de RF a instalar, consta de módulos rectificadores y dos bancos de baterías, éstos deben ofrecer flexibilidad y facilidad de mantenimiento, con la posibilidad de equipar un sistema con un conjunto de configuraciones con lo que es posible encontrar soluciones para casi cualquier aplicación.

Este tipo de configuración presenta las siguientes ventajas:

- Flexibilidad y facilidad de mantenimiento.
- Minimización del tiempo de instalación, ya que los sistemas vienen pre instalados, cableados y probados de fábrica y las unidades de extensión se autoconfiguran.
- Funcionalidad de supervisión y control remoto.
- Reducción real de costes.
- Alta fiabilidad.
- Ampliación del tiempo de back-up para cargas prioritarias.
- Mayor tiempo de vida útil.
- Supervisión total.

a) Característica del Equipo de Fuerza:

- Alta densidad de potencia.
- Elecciones de salida múltiples DC: +24V, -48V.
- Prioridad de cargas proporcionando mayor tiempo de back-up para cargas prioritarias.
- Total acceso frontal.
- Supervisión por Web integrado en todos los sistemas.
- Marcado CE.

b) Sistema de supervisión:

Los Equipos de Fuerza deben ser supervisados y controlados mediante una CPU (Unidad de Control). Además de contar con las funcionalidades propias del Equipo de Fuerza, también ofrece un sistema de servidor Web integrado en la CPU que proporciona una sencilla interfase para el usuario, bien para control local o bien para control remoto, posibilitando la visualización del estado de los dispositivos, la transmisión de alarmas, mensajes SMS a móviles y/o correo electrónico.

El control remoto total es posible a través de un navegador de Internet, sin necesidad de software adicional. La operación de control local se realiza a través de un visualizador táctil con LEDs de alarma, situado en el bastidor principal.

Bastidor

El bastidor tiene diferentes configuraciones, tanto para -48V y en +24V, y puede incorporar la funcionalidad de cargas prioritarias. El bastidor permite múltiples configuraciones que han sido diseñadas para ofrecer la máxima flexibilidad.

En la versión de +24V, que es la que se requiere, se pueden equipar hasta 5 rectificadores (2700W/+24V) con la opción de incorporar un rack de convertidores CC/CC de 4x400 W que incluyen un módulo de distribución de -48V en el propio rack, además cuenta con unidades montadas en el armario, para conexión de batería y para distribución.

Dimensiones del Armario de Energía:

1050x600x400 mm (alto x ancho x fondo)

Rectificador

El rectificador presenta lo último en tecnología en modo de arranque y conexión, mediante un sistema de plug & play. El diseño muy compacto, permite ahorrar espacio en las aplicaciones de telecomunicaciones, combinando alta eficiencia, bajo ruido acústico y posibilidad de gestión.

Representa una nueva generación de suministro de energía para telecomunicaciones enfocada a la alta densidad de potencia y fiabilidad. El rectificador tiene una distorsión armónica de entrada (THD) muy baja. Dispone de un amplio margen de tensión de entrada y utiliza comunicación por bus CAN, lo que facilita la ampliación de unidades, gracias al sistema de auto configuración y conectividad PLUG & PLAY.

Datos de entrada:

Tensión Nominal 200-240 VAC 200-240 VAC

Variación de entrada permisible 150-288 VAC 150-288 VAC

Rango de Frecuencia 45-65 Hz 45-65 Hz

Factor de Potencia 100% carga 0,99 0,99

Eficiencia al 50-100% carga > 91% > 90%

Datos de salida:

Tensión del Sistema +24 VDC

Rango de Ajuste 22 a 29 VDC

Potencia máxima por rectificador 2700 W

MTBF (rectificador) > 50 Años > 50 Años

c) Unidad de conexión de baterías y desconexión por baja tensión (BCCU)

El sistema está diseñado para prevenir una descarga profunda de baterías, mediante una unidad que desconecta y reconecta de forma automática las baterías. Mediante esta función, se puede desconectar la carga en dos pasos, no prioritaria y prioritaria, permitiendo optimizar el backup de la batería del sistema.

Las unidades desarrolladas para cumplir los requisitos del mercado están diseñadas para cubrir una amplia gama de soluciones modulares de conectividad de baterías y desconexiones de carga y garantizar flexibilidad en la composición del equipo necesario en cada proyecto.

Partiendo de un módulo principal y añadiendo módulos de ampliación, se puede conseguir una amplia gama de configuraciones:

- BCCU Principal: (2x125A) baterías 1 y 2, con un contactor de 600A.
- BCCU Principal: (5x125A) baterías 1 a 5, con un contactor de 600A.
- BCCU Ext: (2x125A) baterías 3 y 4, con un contactor de 600A (Cargas prioritarias).

Compatible con las BCCU principales.

- Ext. Contactor 125 cargas prioritarias. Compatible con las BCCU principales.

Unidad de distribución DC

Existen diferentes posibilidades para las unidades de distribución y una gran combinación de soluciones. La unidad de distribución con barras simples es capaz de albergar hasta 20 disyuntores de 5-100 a cada uno.

Otra opción es una amplia gama de unidades de distribución Mixtas, preparada para cargas prioritarias y las no prioritarias. Esta unidad tiene supervisión individual de cada parte de la carga.

Unidad de acometida de red (CA).

La entrada de cables de alimentación de red (CA) está situada en la parte superior izquierda del bastidor mediante una unidad de distribución de CA extraíble que contiene las bornas de entrada y que dan paso a la alimentación de los rectificadores, mediante un precableado de fábrica.

Ampliación de bastidores

El bastidor puede ampliarse mediante el sistema de barras de extensión que permite añadir un bastidor auxiliar para aumentar el número de rectificadores, unidades de distribución o unidades BCCU (baterías).

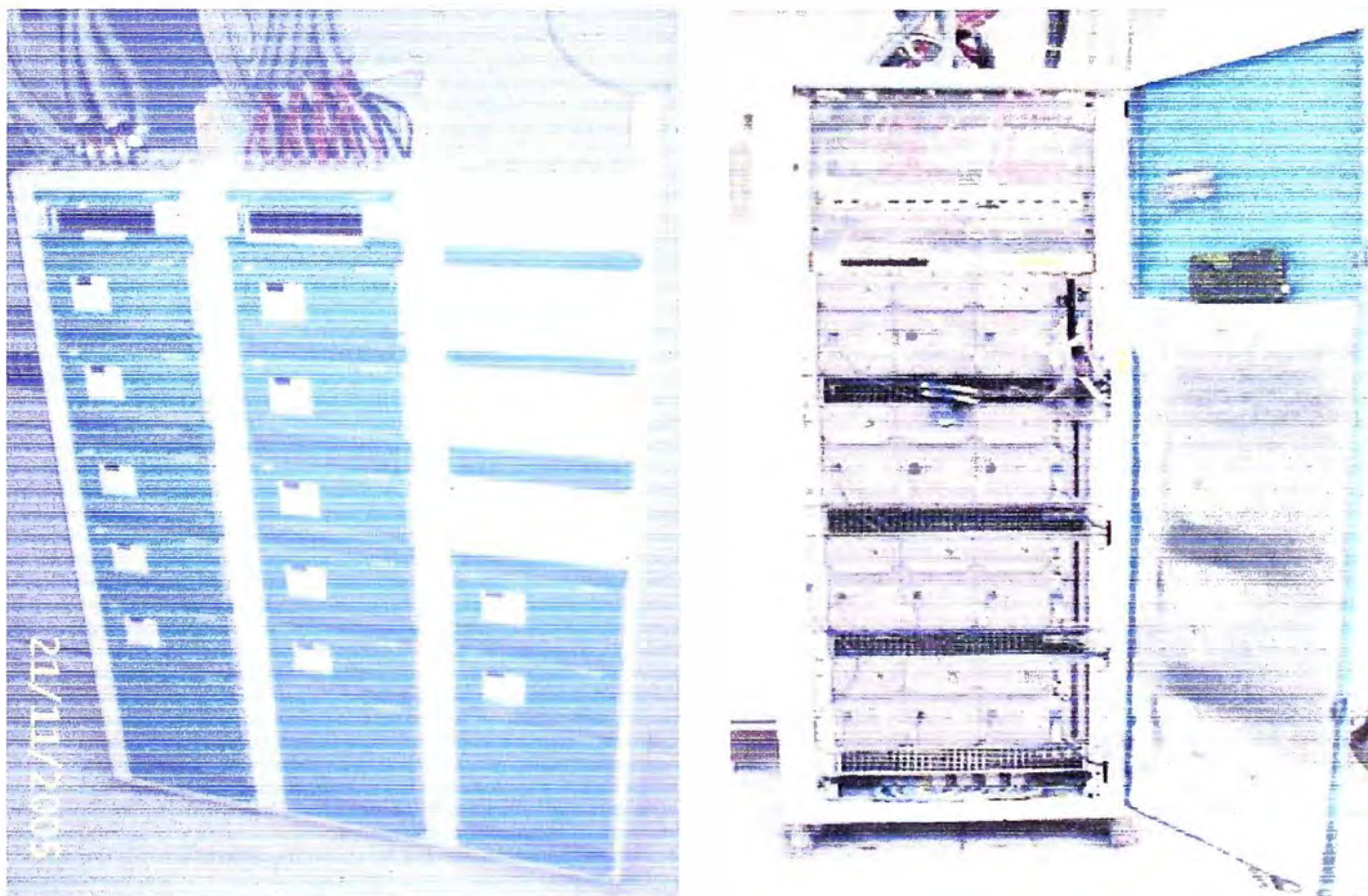


Fig. 4.3 Muestra de los bastidores

Banco de baterías

Los bancos de baterías que se utilizan son del tipo sellado estacionario con válvula regulada, de 1000 AH de capacidad, diseñada especialmente para operar como acumuladores de energía en Centrales Telefónicas, subestaciones eléctricas, señalización de cuadros de mandos, alarmas y sistemas de seguridad, sistemas de alimentación ininterrumpida (U.P.S.), alumbrado de emergencia, energías alternativas como solar, eólicas, etc.

A diferencia de las baterías de plomo ácido, en la que se produce una pérdida de agua durante el ciclo de carga, en las baterías estacionarias de válvula regulada, se recombina el oxígeno liberado por las placas positivas con el hidrógeno, a través del electrolito, y por reacción electroquímica se convierte en agua durante toda la vida de la batería.

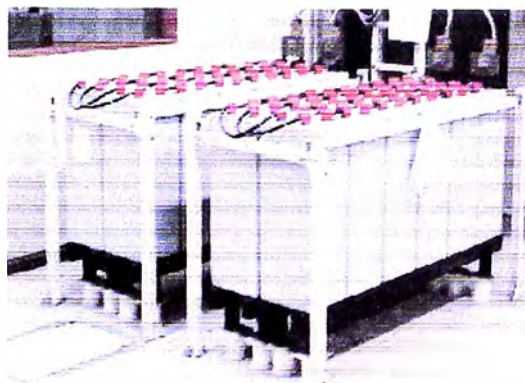


Fig. 4.4 Muestra del banco de baterías

Dimensionamiento del equipo de fuerza:

El presente Proyecto tiene por finalidad, proporcionar el dimensionamiento del equipo de Fuerza para el suministro de Energía Continua en +24 VDC y -48 VDC para los equipos de Radio Frecuencia Celular y equipos de Radio transmisión respectivamente, a ser instalados en Estación Base Celular Huanta del Distrito y Provincia de Huanta de Departamento de Ayacucho.

Se ha desarrollado teniendo en cuenta la información que se tiene respecto a los consumos de los equipos y tiempo de autonomía con que se quiere contar de respaldo de energía por parte de los acumuladores de energía para mantener la continuidad operativa del sistema cuando ocurra fallas o cortes de energía eléctrica comercial suministrada por la empresa eléctrica o el Grupo Electrónico.

Se cubre el dimensionado de la cantidad de módulos de rectificadores con que va a operar el sistema de energía para proporcionar la capacidad de corriente que se requiere para energizar los equipos de RF Celular y considerar la corriente de carga que se necesita para restablecer la capacidad de los acumuladores de energía cuando estos se descarguen, asimismo se debe dimensionar la cantidad de convertidores DC/DC de +24 VDC a -48 VDC para energizar los equipos de radio transmisión.

Por otro lado, también es necesario dimensionar la capacidad del banco de acumuladores de energía, en base al tiempo de autonomía requerida.

El Equipo de Fuerza elegido para este proyecto es el Sistema de Energía BZAB 201-70 proveído por la empresa EMERSON NETWORK POWER, que es especialmente fabricado para energizar equipos de Telecomunicaciones y tiene rectificadores modulares que permite realizar un crecimiento progresivo hasta un máximo de 840 A a 24 VDC con un consumo interno DC de 250 W y un Nivel acústico medido a 1 metro del bastidor < 65 dBA.

Además cuenta con la seguridad eléctrica y Emisiones electromagnéticas, por ello el bastidor en su conjunto tendrá el marcado CE cumpliendo la directiva 89/336 EEC y 92/31/EEC en lo que se refiere a interferencias electromagnéticas y la directiva de baja tensión 73/23/EEC de seguridad eléctrica.

El Sistema BZAB 201-70 se compone de las siguientes unidades:

- Bastidor 1/BMKB 4110, con espacio para Unidades de Fusibles de Carga, de Batería y hasta 12 módulos rectificadores BMLB 435 004/1.
- Una unidad de control ROAB 119 807/0154 que supervisa el sistema y controla la tensión de salida y la compartición de carga de los rectificadores. (solamente en el armario principal).
- Dos módulos de supervisión ROA 119 851/1 (SM2b), que supervisan todas las unidades del sistema excepto los rectificadores.
- Convertidores CC-CC BMR 960 011/1 de 210 W cada uno, se conectan en paralelo en el lado secundario.
- Unidad de Interfaz ROAB 117 105/1.
- Almacén, BFLB 107 112/1, con espacio para tres rectificadores.
- Rectificadores monofásicos BMLB 435 004/1, cada uno de 1700 W. Los rectificadores están conectados en paralelo en el lado secundario.

La configuración máxima a instalar como máximo es 11 + 1 rectificador colocado en cuatro almacenes, siendo uno el rectificador redundante. La máxima potencia de salida suministrada por cada sistema es de 18700 W.

- Dos unidades de distribución 1/BMG 704 012/2 con un total de 32 disyuntores de distribución para +24 V CC.
- Una unidad de distribución BMGB 906 01/3 con hasta 5 fusibles del tipo NH.

- Unidad de Pantalla ROA 117 595/1.
- Unidades de Fusibles de Baterías con hasta 4 fusibles del tipo NH.
- Unidad de Distribución en Nivel de Desconexión Secundario para Consumidores +24V, (Opcional).
- Unidad de Distribución en Nivel de Desconexión Secundario para Consumidores - 48V, con hasta 12 Convertidores DC/DC de 210W cada uno.

Demanda máxima:

En la figura se muestra el cuadro de cargas máximas para – 48 VDC a fin de calcular el N° de convertidores:

Tabla 4.4 Cuadro de cargas máximas para – 48 VDC

I T E M	DESCRIPCION	CANT.	CARGA (KW)	FS	DEMANDA (KW)
1	Equipo de radio transmisión	2	0.4	1	0,4
2	Sensores de Seguridad	2	0.1	1	0,1
TOTAL					0.5

El Sistema de Energía BZAB 201-70 tiene módulos convertidores de +24 VDC/ - 48VDC de 240 W, de acuerdo al cuadro para cubrir la máxima demanda se requiere 3 módulos, pero considerando que debemos tener redundancia para suplir la avería de uno de los módulos, se considera 4 módulos como equipamiento.

Tabla 4.5 Cuadro de cargas máximas para +24 DC

I T E M	DESCRIPCION	CANT	CARGA (KW)	FS	DEMANDA (KW)
01	Equipo GSM	2	5,65	0.7	3,95
02	Convertidores de -48 V	4	0,50	1	0.50
04	Sensor de puerta	1	0.05	1	0.05
TOTAL					4,50

Para elegir el banco de baterías tenemos que utilizar su cuadro de características eléctricas expedida por el fabricante, para ello requerimos obtener la corriente de la demanda máxima:

$$4500 \text{ W}$$

$$I = \frac{\quad}{24\text{V}} = 187.5 \text{ A}$$

$$24\text{V}$$

A600

1.90 V/e - Descarga en A a 20°C

Tipo	Codigo	10min	15min	30min	1h	2h	3h	5h	8h	10h
4 OPzV 200	NGA0020200HSCFA	138	132	110	88	58	46	31	22	18
5 OPzV 250	NGA0020250HSCFA	173	165	138	110	73	57	39	28	23
6 OPzV 300	NGA0020300HSCFA	208	198	166	132	88	68	47	33	28
5 OPzV 350	NGA0020350HSCFA	212	201	173	135	96	78	57	40	34
6 OPzV 420	NGA0020420HSCFA	215	203	179	149	109	90	68	48	40
7 OPzV 490	NGA0020490HSCFA	218	211	192	163	122	103	79	56	47
6 OPzV 600	NGA0020600HSCFA	224	218	204	176	136	117	92	65	55
8 OPzV 800	NGA0020800HSCFA	346	330	305	265	194	164	124	87	76
10 OPzV 1000	NGA0021000HSCFA	397	383	361	313	235	202	154	110	96
12 OPzV 1200	NGA0021200HSCFA	448	436	416	361	276	240	184	132	115
12 OPzV 1500	NGA0021500HSCFA	561	547	497	429	334	290	214	156	140
16 OPzV 2000	NGA0022000HSCFA	676	647	597	514	400	329	250	186	158
20 OPzV 2500	NGA0022500HSCFA	811	789	741	657	500	412	312	232	198
24 OPzV 3000	NGA0023000HSCFA	1094	1067	1022	837	650	573	427	309	261

Tabla. 4.6 Dimensionamiento del banco de baterías, con autonomía de 5 horas.

Éste caso es de 5 horas, con una descarga hasta 1,90 V, de celda de voltaje nominal de 2 V, se tiene una corriente de descarga de 184 A y corresponde a una celda de 1200 AH.

Como se requiere un banco de baterías de 24 VDC se tiene que instalar en serie 12 celdas de 2 VDC cada uno y la capacidad del conjunto será de 1200 AH.

Para cargar adecuadamente el banco de baterías, se debe considerar una corriente equivalente al 10 % de su capacidad máxima, en éste caso 120 A (2880 W).

Para completar el cuadro de cargas se tiene que adicionar la potencia que se requiere para realizar la carga del banco de baterías.

Tabla 4.7 Cuadro de cargas para dimensionado del N° de rectificadores

I T E M	DESCRIPCION	CANT	CARGA (KW)	FS	DEMANDA (KW)
01	Equipo GSM	2	5,65	0.7	3,95
02	Convertidores de -48 V	4	0,50	1	0,50
04	Sensor de puerta	1	0,05	1	0,05
05	Carga de baterías	1	2,88	1	2,88
TOTAL					7,38

Considerando que cada módulo de rectificador es de 1,700 W, el número de módulos “n” sería:

$$n = \frac{7380}{1700} = 4.35 = 5 \text{ módulos}$$

Para reserva ante alguna eventualidad de deterioro de algún módulo, se considera:

$$n = 5 + 1 = 6 \text{ módulos}$$

4.2.2 Equipos de RF:

De la inspección visual del equipo se distingue:

Gabinete RBS:

- Gabinete / Unidad montada
- Configuración del gabinete verificada
- Cables internos instalados dentro del gabinete
- Cables externos instalados dentro del gabinete
- Todas las unidades instaladas dentro del gabinete
- Conexión a tierra del gabinete
- Daños visibles al gabinete/unidad

Instalación mecánica:

- Escalerilla de cable externo
- Soporte de Antenas
- Sujetadores de Feeders
- Entrada de Feeders (Pasamuros)
- Sellamiento de entrada de feeders

Aterrizaje:

- Gabinetes conectados al sistema de tierras
- Barra de distribución conectada al punto de tierra
- Feeders conectados al sistema de tierras
- Cables TRM conectados al sistema de tierra

a) Verificación de la instalación de Equipos RF-GSM:

Se deberá verificar los siguientes elementos:

- Correcta instalación del rack o del shelter, anclaje correcto al piso, cubiertas faltantes, tornillos faltantes, tornillos dañados, las cerraduras de las puertas funcionan adecuadamente.
- Sellado de las puertas y si cierran suavemente.
- Cables y conectores de la interfase Abis, los conectores deben estar fijados bien.

- Cableado interno flexible o semirígido no se encuentra dañado
- Jumpers de las antenas, y revisión que los cables no estén dañados.
- Cables de alimentación 208 V y sus conectores (si se utilizan). Verificar que los conectores se encuentran fijados apropiadamente y que las fases y el neutro se encuentran conectados apropiadamente (si aplica). Ver Información más detallada en IMN: BTSE: BS241.
- BTS conectada a la barra de tierra.
- Correcta marcación del cableado en el tablero AC.
- Polos de la batería cuentan con cubiertas.
- Que no haya corrosión en el estante de las baterías.
- Que tanto la manguera para escape de gases como el sensor de temperatura están conectados en la batería.

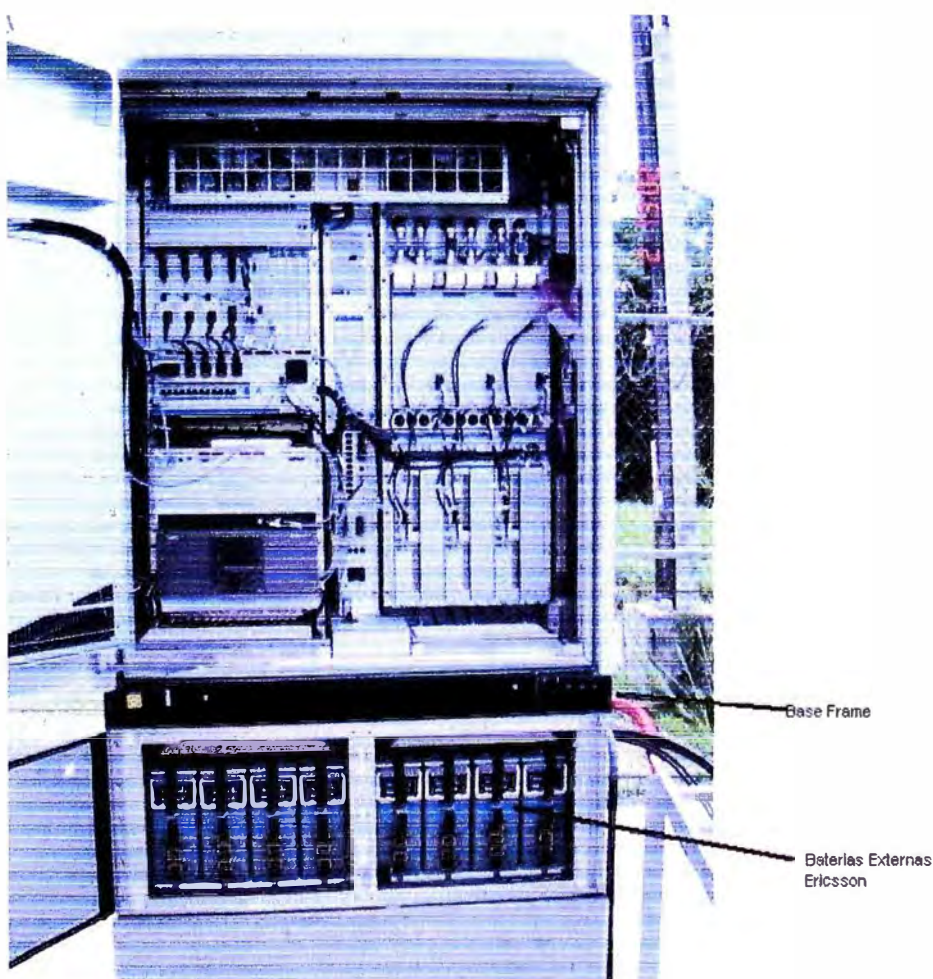


Fig. 4.5 Detalle del equipo de RF.

b) Pruebas fuera de línea (off line):**Voltaje de entrada AC o DC:**

Antes de conectar el equipo verifique que el voltaje esta operando dentro del rango permitido.

El voltaje debe ser medido entre las dos fases, o verificar si el punto de suministro de Voltaje DC cumple con el requerimiento solicitado.

Tabla 4.8 Valores y tolerancias de voltajes.

Fase	Voltaje	Tolerancia	Y/N
Fase 1 a Fase 2		190 V AC a 240 V AC	
Neutro a tierra		0 V AC (± 0.1 v)	
REQUERIMIENTO DE ENTRADA VOLTAJE DC			
VOLTAJE DC (+ 24 Vdc $\pm 15\%$)		Y/N	N/A
BASE RACK		Y	
EXT 1		Y	

Unidad de alimentación de energía:

Esta prueba verificara la funcionalidad del Rack de servicio de la BTS (indoor y outdoor)

Nivel de salida del Voltaje en rectificadores:

- El equipo BTSE requiere una alimentación con un nivel de voltaje DC + 24 Vdc con una tolerancia del 20% (+19,2V a +28,8V) (El negativo del sistema debe ser aterrizado).

Mida en el conector de prueba del equipo, verificar los niveles de voltaje +24 Vdc para una correcta operación.

- Verifique que el banco de baterías disponible esté con el breaker desconectado.
- Deje encendido únicamente un rectificador.
- Mida el voltaje del rectificador AC/DC en el conector de prueba DC (referencia 10 mV /A), repitiendo este procedimiento para cada módulo.
- Energice el breaker del banco de baterías.

Verificación de las alarmas de rectificador

Con todos los AC/DC trabajando, apague uno y verifique el rectificador y el mensaje de falla en el LMT. Después que prenda el AC/DC y continúe con el siguiente.

Verificación de las alarmas de los breakers principales

Apague los breakers principales del rectificador y compruebe el mensaje de falla en el LMT.

Verificación del mensaje de falla de energía.

Apague la fuente AC principal (breaker principal de los equipos) y verifique el mensaje de falta de alimentación en el LMT.

Verificación del Banco de Baterías

Verificar el tipo, la serie y voltaje de cada una de las celdas de cada banco de baterías.

Verificación del respaldo de DC.

- Mientras que la BTS está trabajando, apague la red de AC y verifique que la BTS trabaja sin interrupción.
- Después de verificar, active nuevamente el interruptor AC para que vuelva a operar normalmente.

Prueba al sensor de temperatura de Baterías.

- Verifique el funcionamiento del sensor de temperatura, removiendo el punto de conexión al lado del rack. Caliente éste punto y verifique que se presenta una alarma visual en la tarjeta de control de los rectificadores, luego los rectificadores saldrán de funcionamiento por protección por sobre temperatura.

- Después de esta prueba espere 2 minutos hasta que los rectificadores retornen a su operación normal. Continúe con la siguiente prueba teniendo en cuenta que otros mensajes como +24 voltios fuera del rango, son normales.

Verificación de la alarma del interruptor de Batería.

- Apague el breaker de baterías y verifique la entrada de la alarma mediante un mensaje de disparo de interruptor de batería en el LMT “BREAKER PRINCIPAL BATERIAS”.
- Encienda nuevamente el breaker.

Prueba de alarma de protección de sobrevoltaje.

- Desconecte el cable DB9 en la parte superior derecha del Service Rack (para BTS INDOOR) o en la parte inferior derecha del Service Rack (para BTS OUTDOOR).

Salida de voltaje DC para el Rack Base y los Racks de extensión.

- Las tres salidas DC del Service Rack 1 alimentan los racks Base y los racks de extensión. El nivel de voltaje debe ser -48V DC con una tolerancia de +20%/-15% (-38,4 V...-55,2V).
- Verifique el voltaje en los puntos de conexión del service Rack 1 (Rack 3).

Prueba de encendido y apagado ON/OFF:

Esta prueba demuestra que la BTSE alcanza automáticamente la fase 3. Tiempo estimado diez (10) minutos.

- Apague todos los breakers de la BTSE
- Desconecte el LMT de la BTSE.
- Active de nuevo los breakers de la BTSE.
- Reinicie el Módulo COBA que está activo mediante el LMT como se muestra a continuación o presionando el botón reiniciar (RESET) en la tarjeta.

MANAGED-ELEMENT

BSS-EQUIPMENT

BTSEP

RACK

COBA

SWITCH COBA (Switch COBA: NAME = RACK: 0 / COBA: 0 ;)

Si la frecuencia de parpadeo del ACT LED es de 2,5 Hz significa que esta tarjeta está activa mientras que si la frecuencia es de 0,625 Hz la tarjeta está inactiva.

La BTS cambia a la tarjeta redundante. Esta interrupción implica que todas las llamadas se pierdan.

La COBA activa siempre asume la identificación lógica 0, siendo esta el CORE del equipo. Tarjeta cosa requerida para configuraciones superiores a 8 TXs, configuración en estrella y multidroop.

c) Prueba del detector de VSWR:

El detector de VSWR esta integrado en el modulo FDUAMCO bajo la unidad lógica DUVSWR.

El detector da una alarma y deshabilita el DUVSWR cuando hay una falla en el cable de antena con VSWR superior a 3 que hace que se refleje parte de la potencia transmitida.

Cada FDUAMCO posee un VSWR por cada salida de antena para un total de dos por FDUAMCO. La unidad detecta el VSWR en base a la potencia reflejada así que si no hay un TRX que este transmitiendo conectado a esa unidad de VSWR deberá ponerse un N/A en la casilla.

Para la prueba desconecte el jumper o latiguillo de antena del DUVSWR a probar mientras el TRX esta transmitiendo, el FDUAMCO se debe alarmar y el TRX o TRX's conectados a esa DUVSWR sacados de servicio. Si es un TRX de tráfico tenga en cuenta que el solo transmite cuando hay una llamada en él. Para poner en servicio nuevamente el DUVSWR y el TRX bloquee el DUVSWR con alarma y pásele un test y desbloquee. Si el TRX sacado de servicio lleva el BCCH y hay más de un TRX se producirá una re-configuración del BCCH.

d) Prueba de reconfiguración del BCCH:

Si en la prueba anterior se produjo reconfiguración del BCCH, marque con “Y/N” para los sectores probados y continúe con el siguiente numeral.

Si en el sector bajo prueba existe más de un TRX, se probará la capacidad del sistema de reconfigurar automáticamente un TRX de tráfico como de BCCH en caso de falla o salida de servicio del TRX de BCCH.

Si solo existe un TRX en el sector escriba N/A y salte al siguiente sector.

Esta prueba dejará fuera de servicio el sector bajo prueba durante aproximadamente 2 minutos.

Para realizar la prueba verifique cual es el TRX lógico 0 del sector a probar y bloquee el CU al cual esta asociado, el sistema realizara una reconfiguración automática del BCCH tomando uno de los TRX de trafico y asignándole la dirección lógica TRX 0, la celda deberá estar nuevamente al aire después de la reconfiguración.

Realice una llamada de prueba. Desbloquee el CU que se había bloqueado, ahora este CU llevara el TRX de tráfico.

Prueba de potencia de la portadora:

La potencia debe ser medida directamente a la salida del FDUAMCO. Si la BTS ya se encuentra en servicio, el conector de prueba (test out) del ACOM puede ser utilizado.

La tolerancia de la potencia de TX está especificada en el estándar de GSM 05.05 y es de +/- 2 dBm bajo condiciones normales. Si se utiliza el conector de prueba, la salida es menor en 40 dB que la salida para la antena en el ACOM y tiene una tolerancia adicional de +/- 1 dB.

Prueba de canales de tráfico:

El propósito de esta prueba es verificar que todos los canales de tráfico TCH están disponibles. Se requiere un teléfono con SIM (TEMS pocket) que permita observar el canal que se está utilizando y la conexión con la BSC debe estar disponible.

Para realizar esta prueba, ubíquese en el menú de prueba del TEMS Pocket, en el menú 2 (Neighbour list) elija la frecuencia del TRX a la que se le verificará los canales. En este momento solo saldrán llamadas por esta TRX. Realice una llamada, aquí se

observará el canal que esta en uso. Cuelgue la llamada, repita el procedimiento anterior para probar cada uno de los canales asociados a las TRX existentes.

Una vez concluida la prueba ajuste nuevamente los parámetros del TEMS a sus configuraciones iniciales.

Prueba de diversidad de RX:

Solamente un TRX-BCCH está encendido.

Realice una llamada de prueba (El teléfono debe estar en modo de monitoreo).

Mantenga la llamada y bloquee la primera DULNA que es responsable de la ruta normal de RX.

Desbloquee la DULNA y bloquee la DULNA responsable de la ruta de diversidad de RX.

La llamada no debe caerse. Repita este procedimiento para todas las celdas

Interoperabilidad:

Este test demuestra la funcionalidad que permite desde una BTS acceder a otros elementos de la red conectados a la misma BSC. Este test es demostrativo para la funcionalidad a Telefónica - Movistar y si no es posible realizarlo no generara pendiente u observación.

Realice un acceso remoto a la BSC.

Reducción	Elemento	Configuración	Potencia
0	ECU	2:2	44.5 dBm (+/- 2 dBm)
0	ECU	4:2	41.3 dBm (+/- 2 dBm)
0	ECU	8:2	38.1 dBm (+/- 2 dBm)

Tabla 4.9 Cuadro de configuraciones y potencias.

Verifique el estado de un módulo en la BSC, TRAU y a la BTS.

La BSC solo admite un usuario simultáneo, por lo que si alguien esta logeado en la BSC los otros intentos de acceso serán rechazados. El acceso a la BSC también puede ser bloqueado desde el Radio Commander.

Intra BTS handover test:

El propósito de esta prueba es verificar la capacidad de realizar Handover entre los diferentes sectores de la estación.

Esta prueba se realiza únicamente en celdas que tengan más de un sector.

Hand over	Celda 0	Celda 1	Celda 2
Celda 0			
Celda 1			
Celda 2			

fig. 4.6 Capacidad de handover entre sectores.

Prueba de alarmas BS 24x:

Las alarmas pueden ser configuradas para que se activen de forma normalmente abierta o normalmente cerrada. Si se encuentran configuradas abiertas (high active), se deben colocar en cortocircuito los pines correspondientes para generar la alarma. Si se encuentran configuradas cerradas (low active), los pines del conector de la alarma correspondientes se deben abrir para generar el mensaje de alarma.

Alarmas externas:

Las alarmas de las posiciones configurables (ENVA 2 para rack base, ENVA 2, 3, 5, 7, 8 para el rack de servicio 1 y ENVA 6, 7, 8 para el rack de servicio 2) deben ser probadas en los mensajes que se despliegan en el LMT.

Alarma de puerta abierta:

La alarma de puerta abierta viene cableada desde la fábrica.

Verifique el mensaje de puerta abierta en el LMT al abrir y cerrar las puertas.

Creación de archivos de respaldo (Script Files):

- **Inicie la herramienta Backup BTS**

Inicie la herramienta Backup BTS a través del menú inicio de Windows / Programas / LMT / Backup BTS o presione el icono “Backup BTS” en la ventana del “LMT Control Center”.

La ventana “BACKUPBTS” se despliega.

- **Ejecute el comando “Get HW Configuration”**

Presione el botón “Get HW Configuration”.

Los diferentes reportes que se generan se muestran en la ventana “BACKUPBTS”. Después de algunos minutos se despliega el siguiente mensaje:

“THE SCRIPT WAS DONE SUCCESSFULLY”

- **Conversión de los datos de configuración en archivos tipo SCRIPT**

Presione el botón “Convert to Script File”.

El siguiente mensaje aparece en la ventana “BACKUPBTS”:

“THE CONVERSION WAS DONE SUCCESSFULLY!”

“THE SCRIPT WAS DONE SUCCESSFULLY”

La herramienta backup BTS escribe los siguientes archivos en el subdirectorío BKBTS \BTSPLUS:

SCRIPT1P.LMT; SCRIPT2P.LMT; SCRIPT3P.LMT; SCRIPT4P.LMT;
SCRIPT5P.LMT; SCRIPT6P.LMT

Descargue los archivos a un disco de almacenamiento y guárdelos en la carpeta del sitio.

4.2.3 Sistema radiante:

De la inspección visual se observa:

Antenas:

- Dirección Norte del punto de referencia.
- Antenas instaladas de acorde a documentación del sitio.

Cables exteriores:

- Feeder (daños, dobleces, radio y sellado).
- Feeders y conectores.
- Cables Jumper.

- Etiquetado de feeder, jumpers y conectores.
- Inspección mecánica visual del sistema de antena y cable alimentador.

Tabla 4.10 Cuadro evaluativo del cableado

Ref	Descripción	Pasa
	Se ha instalado el tipo de cable requerido por radio planning	
	Se han fijado los cables correctamente a las bandejas porta cables con los elementos provistos para ello. (Click on Hanger en torres y sujetadores plásticos negros en azoteas para tramos horizontales)	
	Las curvaturas del cable están dentro de los rangos permitidos por el fabricante (Ver anexos para radios de curvaturas)	
	Se han instalado los grounding kits correctamente, de acuerdo a las especificaciones del fabricante.	
	Se han impermeabilizado con el kit provisto para ello, la conexión entre el cable alimentador el latiguillo en el tope de la torre y en el caso de BTS outdoor la unión entre el cable alimentador y el latiguillo inferior.	

Tabla 4.11 Radios de Curvatura

Fabricante y tipo de cable	Radio de curvatura mínimo sin daño
RFS 7/8" (Cable alimentador)	250 mm

Tabla 4.12 Inspección mecánica visual de la instalación de antena

Ref	Descripción	Pasa
	Se han instalado los tipos y cantidades de antenas previstas de acuerdo al radio planning.	
	La antena se encuentra correctamente fijada al mástil con los elementos provistos para ello.	
	La conexión del latiguillo a la antena se ha impermeabilizado correctamente y si es posible el latiguillo se fija con precintos plásticos de forma que el viento no lo mueva.	
	La antena se encuentra correctamente orientada (Azimut de acuerdo al requerimiento del departamento de radio planning), se acepta una desviación de hasta $\pm 3^\circ$	
	La antena se encuentra correctamente orientada (inclinación tilt) eléctrico y Mecánico de acuerdo al requerimiento del departamento de radio planning), se acepta una desviación de hasta $\pm 1^\circ$	

Tabla 4.13 Inventario de antenas

ANTENA	Modelo	No. de Antenas
Sector 1		
Sector 2		
Sector 3		

La siguiente tabla se llena con los valores de Azimut e inclinación medidos, si se usa antena cross polarizada, se llena solo el campo de la antena 0:

Tabla 4.14 Cuadro para llenar valores de azimut e inclinación.

Descripción	Antena 1-0	Antena 1-1	Antena 2-0	Antena 2-1	Antena 3-0	Antena 3-1
Azimut medido						
Inclinación (Tilt) Mecánica						
Inclinación (Tilt) eléctrica						

Tabla 4.15 Inventario físico de cable alimentador

Cable alimentador	Sector 1	Sector 2	Sector 3
Tipo de cable alimentador			
Longitud del cable alimentador instalado por sector en metros			
Cantidad de cables alimentadores por sector			
Cantidad de latiguillos de antena por sector (Si hay TMA instalado incluirlos también los que conectan el TMA al cable alimentador)			
Cantidad de latiguillos de BTS por sector			
Cantidad de kits de aterramiento del cable alimentador instalados por sector			
Cantidad de cable de desperdicio			

a) Medidas del sistema radiante:

Para realizar las mediciones es necesario desconectar el sistema radiante y por lo tanto las impermeabilizaciones, las mediciones del sistema radiante serán realizadas durante la instalación y los valores de esas medidas serán entregadas al momento de la aceptación del sistema radiante en una hoja impresa y en archivo magnético para su verificación.

Vertical Polarized Panel Antenna

12.7 dBd/14.8 dBi

824-896 MHz

H 65° V 14.5°

Electrical Specifications	
Antenna Model	AT41-643Tx
Frequency Range (MHz)	824-896
Impedance	50 Ohms
VSWR	1.40:1
Polarization	Vertical
Average Gain (dBd/dBi)	12.7/14.8
Horizontal Beamwidth (deg)	65±5°
Vertical Beamwidth (deg)	14.5±0.5°
Electrical Tilt (deg)	Fixed 0°/14°
Upper Sidelobe Suppression 0°-20° (dB)	18
Front to Back Ratio (dB) @ 180°±20°	30
Polarization Isolation (dB) @ 5 dB Beamwidth	20
Maximum Power per Input (w)	500
Intermodulation Products (dBc)	-150
Connectors	1 x 7-16 Female
Connector Position	Antenna Bottom

**Fig. 4.7** Antena de panel polarizado vertical.

Mechanical & Environmental Specifications	
Dimensions (mm)	1400 x 300 x 110
Survival Wind Speed	200 km/h
Front Windload (N) @ 160 km/h	637
Lateral Windload (N) @ 160 km/h	234
Antenna Weight (kg)	12
Clamps Weight (kg)	3
Mast Mounting (mm)	50 to 135
Radome Color	Grey
Grounding	All metallic parts are DC grounded
Temperature Range	-55 to +60°C
Humidity	100%

Shipping Specifications	
Dimensions (mm)	1600 x 450 x 250
Weight (kg)	15
Material	Cardboard and Foam

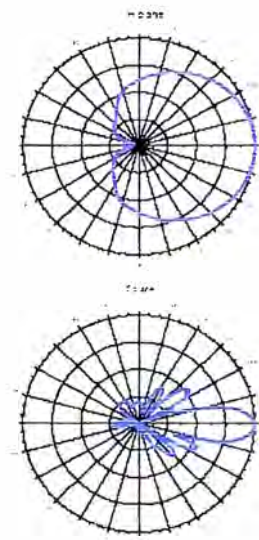


Fig. 4.8 Especificaciones de entorno y mecánicas.

b) Verificación de las mediciones de atenuación de cable alimentador:

El propósito de esta prueba es verificar que la atenuación medida en el cable alimentador sin los latiguillos se encuentra dentro del valor que el fabricante garantiza.

Para la frecuencia de 850 MHz o 1900 MHz verifique cual es el pico máximo de atenuación del cable y anótelo en la tabla respectiva.

Tabla 4.16 Cuadro para verificar la atenuación del cable alimentador.

	REUTILIZABLE	NUEVO	N/A
Cables alimentadores Sector 1			
Cables alimentadores Sector 2			
Cables alimentadores Sector 3			

CABLE	Cable	Cable	Cable	Cable	Cable	Cable
REUTILIZABLE	1-0	1-1	2-0	2-1	3-0	3-1
Atenuación medida						

CABLE NUEVO	Cable 1-0	Cable 1-1	Cable 2-0	Cable 2-1	Cable 3-0	Cable 3-1
Atenuación medida						

Escriba **Y**, **N** o **(N/A)** si no aplica) para alguno de los sectores.

El valor esperado de atenuación del cable de acuerdo al fabricante RFS es el siguiente a 20° C y VSWR 1.0:

Atenuación máxima esperada para cable nuevo se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 4.17 Atenuación máxima esperada.

Fabricante	REFERENCIA CABLE ALIMENTADOR	Atenuación 7/8" por 100 metros a 894 MHz	Conector para cable alimentador.
RFS	LCF78- 50JA/JFNA	3.69 dB/100m	0.08 dB
RFS	UCF78-50JA	3.83 dB/100m	0.08 dB

Fabricante	REFERENCIA CABLE ALIMENTADOR	Atenuación 7/8" por 100 metros a 2000 MHz	Conector para cable alimentador.
RFS	LCF78- 50JA/JFNA	5.82 dB/100m	0.08 dB
RFS	UCF78-50JA	6.16 dB/100m	0.08 dB

Tabla 4.18 Atenuación cable alimentador 7/8" a 894 MHz, Referencia LCF78-50JA/JFNA.

Longitud	Atenuación	Longitud	Atenuación
Cable 7/8		Cable 7/8	
0-5 metros	0,50	75,1-80 metros	3,27
5,1-10 metros	0,69	80,1-85 metros	3,46
10,1-15 metros	0,87	85,1-90 metros	3,64
15,1-20 metros	1,06	90,1-95 metros	3,83
21-25 metros	1,24	95,1-100 metros	4,01
25,1-30 metros	1,43	100,1-105 metros	4,19
30,1-35 metros	1,61	105,1-110 metros	4,38
35,1-40 metros	1,80	110,1-115 metros	4,56
40,1-45 metros	1,98	115,1-120 metros	4,75
45,1-50 metros	2,17	120,1-125 metros	4,93
50,1-55 metros	2,35	125,1-130 metros	5,12
55,1-60 metros	2,53	130,1-135 metros	5,30
60,1-65 metros	2,72	135,1-140 metros	5,49
65,1-70 metros	2,90	140,1-145 metros	5,67
70,1-75 metros	3,09	145,1-150 metros	5,86

Tabla 4.19 Atenuación cable alimentador 7/8" a 2000 MHz, Referencia LCF78-50JA/JFNA:

Longitud	Atenuación	Longitud	Atenuación
Cable 7/8		Cable 7/8	
0-5 metros	0,61	75,1-80 metros	4,98
5,1-10 metros	0,90	80,1-85 metros	5,27
10,1-15 metros	1,19	85,1-90 metros	5,56
15,1-20 metros	1,48	90,1-95 metros	5,85
21-25 metros	1,78	95,1-100 metros	6,14
		100,1-105 metros	
25,1-30 metros	2,07		6,43
		105,1-110 metros	
30,1-35 metros	2,36		6,72
		110,1-115 metros	
35,1-40 metros	2,65		7,01
		115,1-120 metros	
40,1-45 metros	2,94		7,30
		120,1-125 metros	
45,1-50 metros	3,23		7,60
		125,1-130 metros	
50,1-55 metros	3,52		7,89
		130,1-135 metros	
55,1-60 metros	3,81		8,18
		135,1-140 metros	
60,1-65 metros	4,10		8,47
		140,1-145 metros	
65,1-70 metros	4,39		8,76
		145,1-150 metros	
70,1-75 metros	4,69		9,05

Tabla 4.20 Atenuación cable alimentador 7/8" a 894 MHz, Referencia UCF78-50JA

Longitud	Atenuación	Longitud	Atenuación
Cable 7/8		Cable 7/8	
0-5 metros	0,51	75,1-80 metros	3,38
5,1-10 metros	0,70	80,1-85 metros	3,58
10,1-15 metros	0,89	85,1-90 metros	3,77
15,1-20 metros	1,09	90,1-95 metros	3,96
21-25 metros	1,28	95,1-100 metros	4,15
25,1-30 metros	1,47	100,1-105 metros	4,34
30,1-35 metros	1,66	105,1-110 metros	4,53
35,1-40 metros	1,85	110,1-115 metros	4,72
40,1-45 metros	2,04	115,1-120 metros	4,92
45,1-50 metros	2,24	120,1-125 metros	5,11
50,1-55 metros	2,43	125,1-130 metros	5,30
55,1-60 metros	2,62	130,1-135 metros	5,49
60,1-65 metros	2,81	135,1-140 metros	5,68
65,1-70 metros	3,00	140,1-145 metros	5,87
70,1-75 metros	3,19	145,1-150 metros	6,07

Tabla 4.21 Atenuación cable alimentador 7/8" a 2000 MHz, Referencia UCF78-50JA

Longitud	Atenuación	Longitud	Atenuación
Cable 7/8		Cable 7/8	
0-5 metros	0,63	75,1-80 metros	5,25
5,1-10 metros	0,94	80,1-85 metros	5,56
10,1-15 metros	1,24	85,1-90 metros	5,86
15,1-20 metros	1,55	90,1-95 metros	6,17
21-25 metros	1,86	95,1-100 metros	6,48
25,1-30 metros	2,17	100,1-105 metros	6,79
30,1-35 metros	2,48	105,1-110 metros	7,10
35,1-40 metros	2,78	110,1-115 metros	7,40
40,1-45 metros	3,09	115,1-120 metros	7,71
45,1-50 metros	3,40	120,1-125 metros	8,02
50,1-55 metros	3,71	125,1-130 metros	8,33
55,1-60 metros	4,02	130,1-135 metros	8,64
60,1-65 metros	4,32	135,1-140 metros	8,94
65,1-70 metros	4,63	140,1-145 metros	9,25
70,1-75 metros	4,94	145,1-150 metros	9,56

Verificar que el valor presentado este dentro del límite y si es así ponga un OK en la casilla. La precisión de la medida depende de la precisión de la medida de longitud del cable.

Tabla 4.22 Cuadro para anotar la precisión de la medida del cable.

	Cable 1-0	Cable 1-1	Cable 2-0	Cable 2-1	Cable 3-0	Cable 3-1
Dentro de la Atenuación esperada						

c) Verificación del VSWR o pérdidas de retorno del cable:

Las medidas de VSWR o perdidas de retorno son equivalentes a través de una fórmula matemática, por lo que ambas son consideradas validas. Se utilizara la medida de VSWR en este ítem.

$$\text{Perdida de retorno} = -20 \text{ Log}_{10} (|1-\text{VSWR}|/|1+\text{VSWR}|)$$

Para la frecuencia de 850 MHz o 1900 MHz verifique cual es el pico máximo de VSWR medido desde el conector inferior del cable con la otra punta conectada a una carga de 50 Ohmios y anótelos en la tabla siguiente:

Tabla 4.23 Cuadro para perdidas de retorno.

	EXISTENTE	NUEVO	N/A
Cables alimentadores Sector 1			
Cables alimentadores Sector 2			
Cables alimentadores Sector 3			

CABLE REUTILIZABLE	Cable 1-0	Cable 1-1	Cable 2-0	Cable 2-1	Cable 3-0	Cable 3-1
VSWR máximo medido						

CABLE NUEVO	Cable 1-0	Cable 1-1	Cable 2-0	Cable 2-1	Cable 3-0	Cable 3-1
VSWR máximo medido						

El valor esperado de VSWR y pérdida de retorno del cable de acuerdo al fabricante es el siguiente:

Fabricante	RL garantizado para 7/8"
RFS	< 1,13 VSWR > 24,29 dB

Verifique que el valor presentado sea inferior o igual al límite y si es así ponga un OK en la casilla. Se considera admisible una desviación de +5% sobre el valor medido como dentro del rango.

Tabla 4.24 Cuadro de admisibilidad.

	Cable 1-0	Cable 1-1	Cable 2-0	Cable 2-1	Cable 3-0	Cable 3-1
Dentro del rango de pérdida de retorno						

d) VSWR de todo el sistema (Antena+cable):

Las medidas de VSWR o pérdidas de retorno son equivalentes a través de una fórmula matemática por los que ambas son consideradas válidas. Se utilizará la medida de VSWR en este ítem.

$$\text{Pérdida de retorno} = -20 \text{ Log}_{10} (|1-\text{VSWR}|/|1+\text{VSWR}|)$$

Para la frecuencia de 850 MHz o 1900 MHz verifique cuál es el pico máximo de VSWR del sistema de antena + cable medido desde el latiguillo inferior y anótelos en la tabla. En caso de TMA la medida se realiza con este desconectado y el latiguillo superior que llega al TMA conectado directamente a la antena.

Tabla 4.25 Cuadros para el VSWR de todo el sistema.

	EXISTENTE	NUEVO	N/A
Cables alimentadores Sector 1			
Cables alimentadores Sector 2			
Cables alimentadores Sector 3			

CABLE REUTILIZABLE + ANTENA	Cable 1-0	Cable 1-1	Cable 2-0	Cable 2-1	Cable 3-0	Cable 3-1
VSWR máximo medido						

CABLE NUEVO+ANTENA	Cable 1-0	Cable 1-1	Cable 2-0	Cable 2-1	Cable 3-0	Cable 3-1
VSWR máximo medido						

De acuerdo a las graficas y tablas del anexo revise si el valor de VSWR esta dentro de los limites permisibles para el valor de atenuación medido.

Verifique que el valor presentado para el VSWR de la antena este en la parte inferior de la curva y si es así ponga un OK en la casilla.

Tabla 4.26 Limites permitidos de atenuación.

	Cable 1-0	Cable 1-1	Cable 2-0	Cable 2-1	Cable 3-0	Cable 3-1
Dentro del rango de perdida de retorno						
Modelo de Antena	VSWR garantizado por el fabricante					
RFS APX15CV-15PVB-C	< 1,5					
Kathrein 742266	< 1,5					

4.3 Pruebas operativas de llamadas entrantes/salientes/handover.

Encendido del Terminal móvil

El aparato móvil cuando es encendido se encuentra en modo *desocupado*, la estación móvil no dialoga con la red, su estado es pasivo o receptivo, limitándose a monitorizar la información que le llega de las estaciones bases que tiene a su alrededor. El aparato móvil realiza un rastreo por toda la banda de frecuencia GSM con intención de sintonizar el canal de control comun de las estación bases.

Una vez que el aparato móvil ha detectado la estación base después de ser encendido, éste procede a acceder al sistema para notificar su presencia como Terminal móvil operativo y dispuesto para realizar o recibir llamadas

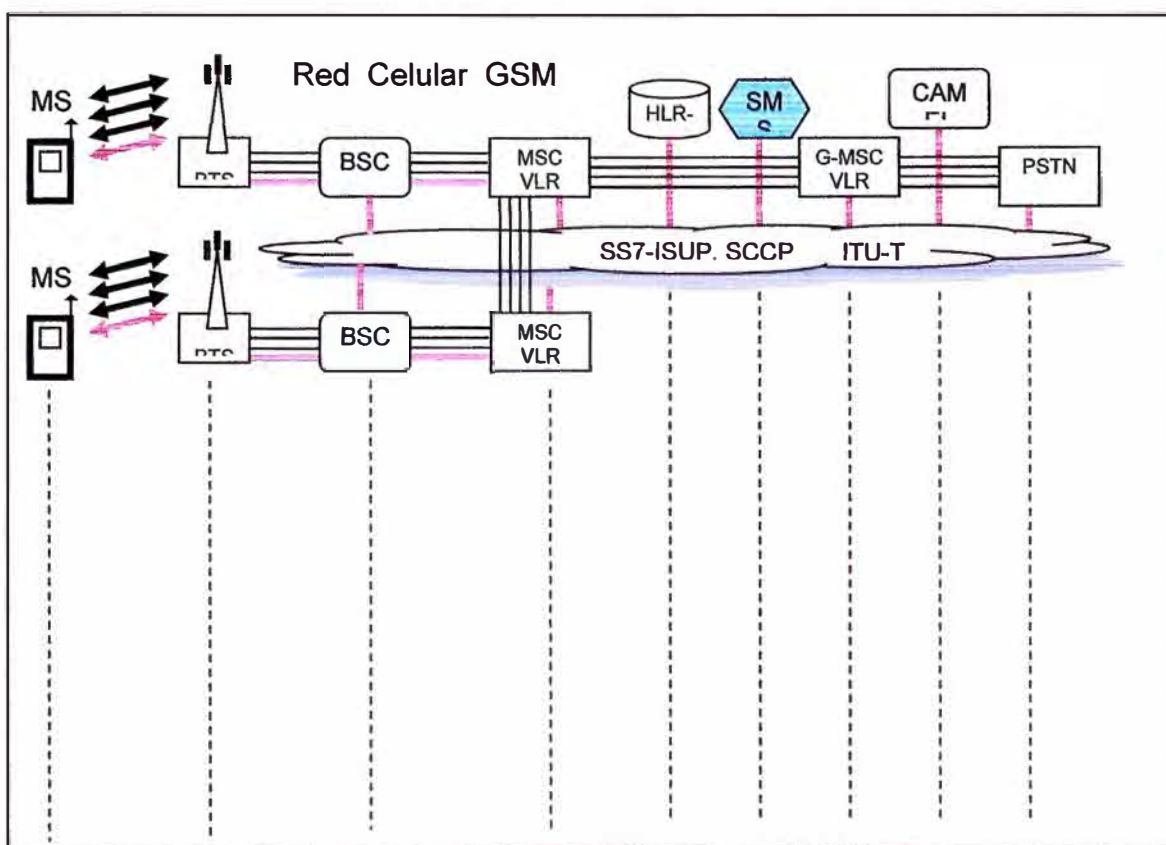


Fig. 4.9 Encendido del aparato móvil en modo desocupado

Existen dos procedimientos de llamada para el sistema GSM, el procedimiento de llamada iniciada desde un terminal móvil y el procedimiento de llamada dirigida o terminada en un terminal móvil.

Cualquier llamada en el que uno de los interlocutores sea un terminal móvil implica la ejecución de uno de estos dos procedimientos de llamada. En el caso de realizar una llamada de móvil a móvil intervienen ambos procedimientos.

El terminal móvil accede al sistema en el instante de pulsar la tecla “descolgar” mediante el procedimiento de acceso a la red. El motivo de acceso será el de petición de usuario. Posteriormente se indicará que se pretende llevar a cabo un establecimiento de llamada. El establecimiento de la llamada tiene dos fases por un lado la creación del canal de comunicaciones entre el Terminal móvil y el elemento de conmutación MSC y el otro extremo de la comunicación pasando por los elementos de conmutación necesarios. La primera parte del establecimiento de la comunicación afecta a los elementos propios de la arquitectura GSM, de modo que la ejecución de esta fase corresponde en su defecto al plano gestión de los recursos radio aunque se estén considerando también aspectos de gestión de los elementos BSC y TRAU, que no están directamente relacionados con los aspectos radio.

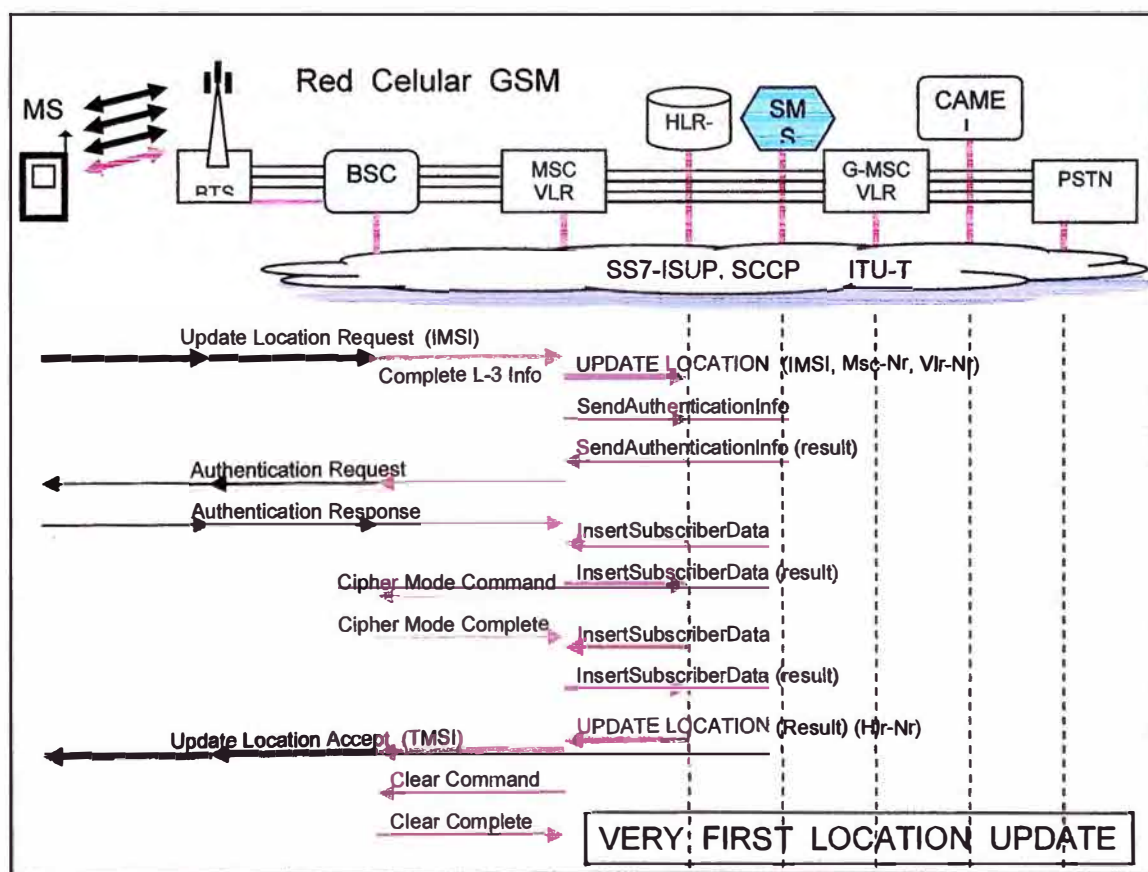


Fig. 4.10 Fase inicial de inicio de llamada realizar por un Terminal móvil

La segunda fase del establecimiento de la conexión involucra a los elementos de conmutación de la red GSM y la interconexión de estos conmutadores con otros pertenecientes a otras redes GSM o de telefonía fija. El dialogo entre conmutadores de una misma red o entre redes sigue el estándar de señalización ISDN, el procedimiento de establecimiento de conexión en esta segunda fase no difiere de un establecimiento de conexión convencional. La única salvedad se produce en la posibilidad de alterar el momento de asignar un canal de comunicación de voz o datos en la interfaz de radio, como éste es un recurso limitado, se puede gestionar el procedimiento de llamada sin asignar el canal de comunicación definitivo sobre el propio interfaz de radio. Con ello se retrasa el momento de asignación todo lo posible con el fin de hacer un uso más eficiente de los canales de comunicación.

Localización del Móvil

El proceso de registro de un móvil se realiza en 5 pasos

- 1 Cuando un móvil entra en el rango de una nueva celda, escucha el canal BCCH, detectando que ha entrado en el área de una nueva celda, el móvil le manda a la base su Temporary Mobile Subscriber Identity (TMSI) y la identificación de la localización anterior.
- 2 Del TMSI y de la identificación de la localización anterior, el VLR obtiene del antiguo VLR el International Mobile Subscriber Identity (IMSI) del móvil, y los parámetros de autenticación
- 3 El nuevo VLR envía un mensaje al HLR para actualizar la ubicación del móvil, el HLR responde con la información necesaria para manejar la llamada.
- 4 El VLR genera un nuevo TMSI y se lo envía al móvil, el cual confirma la recepción
- 5 Después del paso 3 el HLR envía un mensaje al antiguo VLR, el cual cancela el registro y le confirma la cancelación al HLR

Control de llamadas

Al llamar a un usuario de GSM, se usa el siguiente método para localizarlo

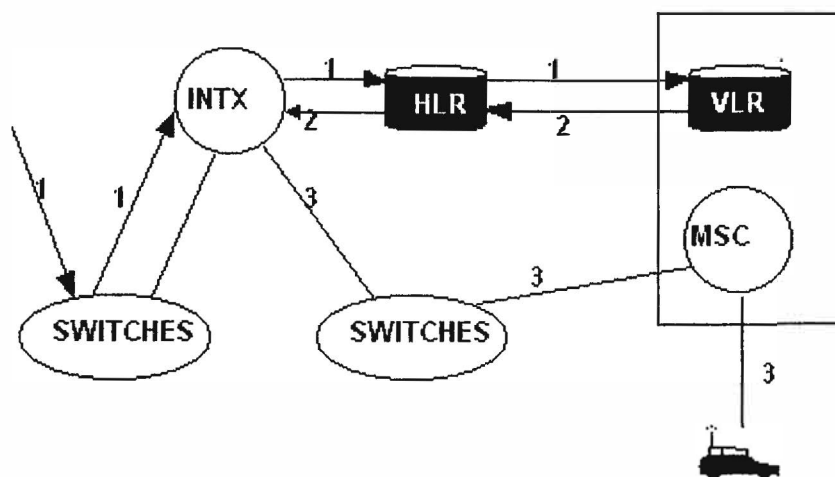


Fig. 4.11 Esquema de localizado de un terminal móvil

- 1 Al marcar el Mobile Station ISDN Number (MSISDN). La llamada llega al Interrogating Exchange (INTX) mas cercano, que es un switch con capacidad de preguntarle al HLR la localización actual del suscriptor, para saber como enrutar la comunicación. El HLR le pide al VLR el roaming number del móvil
- 2 El VLR le manda el Mobile Station Roaming Number (MSRN) al INTX por medio del HLR
- 3 El INTX usa el MSRN para enrutar la llamada hasta la estación móvil

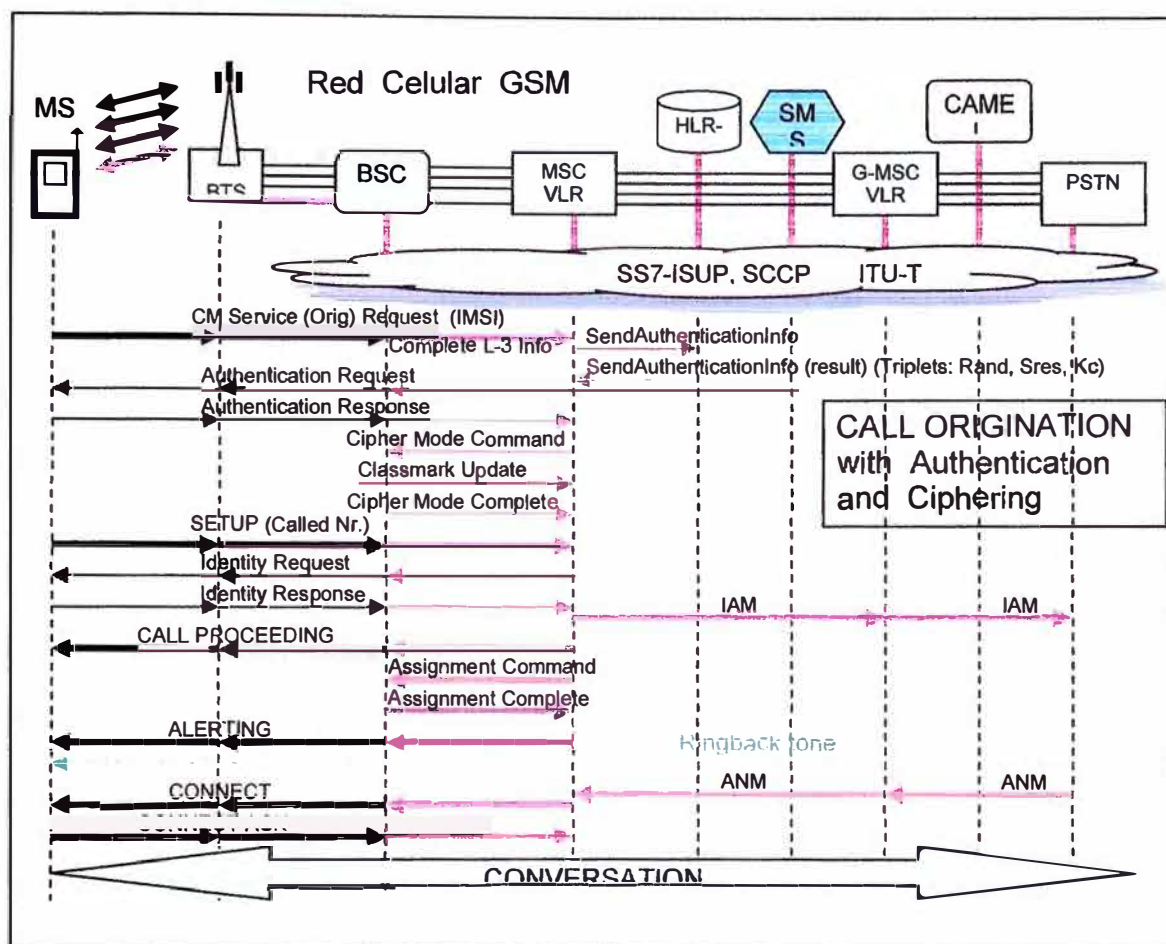


Fig. 4.12 Flujograma de establecimiento de conversación

El Network Sub-System explica las funciones de conmutación para la conexión con otros abonados de la red fija o móvil mediante la MSC y las funciones de database, distribuidas en 4 nodos inteligentes (HLR, VLR, AUC, EIR) para la identificación de los terminales y de los usuarios, la actualización de su posición, la autenticación y conducción de las llamadas a un abonado en roaming.

El Mobile Switching Centre (SMC) es el elemento central del NSS. Se ocupa, basándose en las informaciones recibidas desde el NLR y desde el VLR, de la conducción (routing) y gestión de la señal de todas las llamadas directas y provenientes desde varios tipos de redes, como PSTN, ISDN, PLMN y PDN. Implementa además las funciones de gateway con los otros componentes del sistema y de gestión de los procesos de handover, conmutando las llamadas en curso entre BSC diferentes o hacia otro MSC. Dentro del servicio pueden estar presentes más MSC y cada una es responsable de la gestión del

tráfico de una o más BSS y desde el momento en que los usuarios se trasladan por toda el área de cobertura, para garantizar a cada uno un nivel de servicio constante, los MSC tienen que encontrarse en situación de gestionar números de usuarios variables en tipología además de en calidad.

Otras funciones fundamentales de los MSC se describen a continuación:

- 1 Autenticación del que llama; la identificación de la MS que ha efectuado la llamada es necesaria para determinar si el usuario está habilitado para disfrutar del servicio.

- 2 Confidencialidad acerca de la identidad del usuario: para garantizar la confidencialidad acerca de la identidad de un usuario en el canal radio, aún estando ya todas las informaciones criptografiadas, el sistema no transmite nunca el IMSI asignado cuando el usuario suscribe el abono; sin embargo se le asigna el Temporary Mobile Subscriber Identity (TMSI), que se asigna en el momento de la llamada y tiene un significado temporal: crear la correspondencia entre TMSI e IMSI es tarea del MSSC y cuando el móvil se desplaza a la location area controlada por otro MSC, se le tiene que asignar un nuevo TMSI.

- 3 Proceso de handover: en la red GSM un usuario puede continuar utilizando el servicio aunque atraviese durante la conversación los límites de la celda en la que se encuentra. Se pueden verificar dos casos:
 - La MS se traslada a una celda controlada siempre por el mismo MSC; en este caso el proceso de handover es gestionado por el mismo MSC.
 - La nueva celda a la que se traslada la MS está controlada por otro MSC; en este caso el proceso de handover se produce desde dos MSC basándose en las medidas de señal monitorizadas por la BTS que reciben la MS.

Manejo del Hand-off

Debido a la movilidad de las estaciones móviles, a menudo es necesario realizar un cambio de célula, para poder garantizar una conexión continua y con buena calidad, este proceso se denomina hand-off

Durante una conversación, la estación móvil mide continuamente la calidad de su enlace (downlink) y la calidad de las señales de las células adyacentes. Estas mediciones son enviadas al BSS el cual mide el uplink y emplea los resultados para determinar si se requiere el hand-off.

Dependiendo de la nueva célula seleccionada hay 3 tipos de hand-off :

- Intra-BSC : la nueva y la antigua célula se encuentran conectados al mismo BSC.
- Inter-BSC : la nueva célula y la antigua se encuentran conectados a diferentes BCS pero al mismo MSC
- Inter-MSC : la nueva célula y la antigua pertenecen a MSC diferentes.

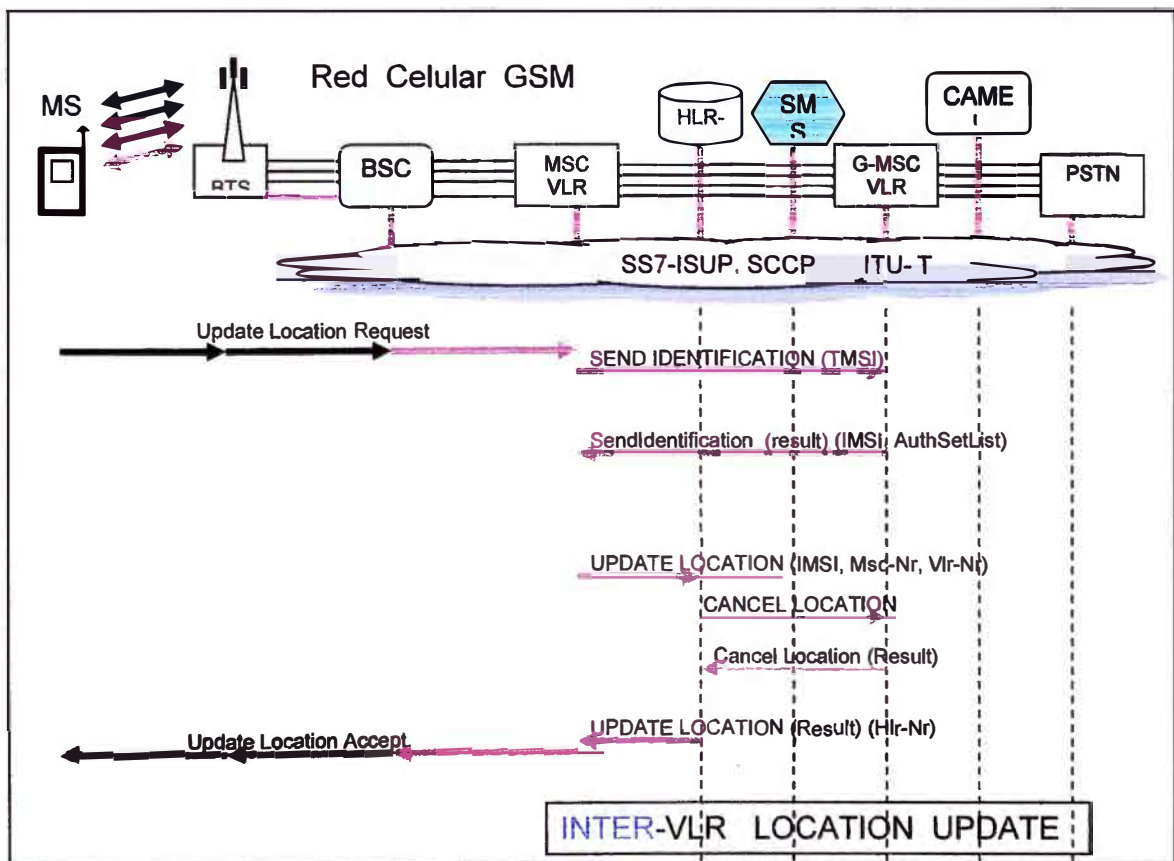


Fig. 4.13 Flujograma de handoff inter BSC

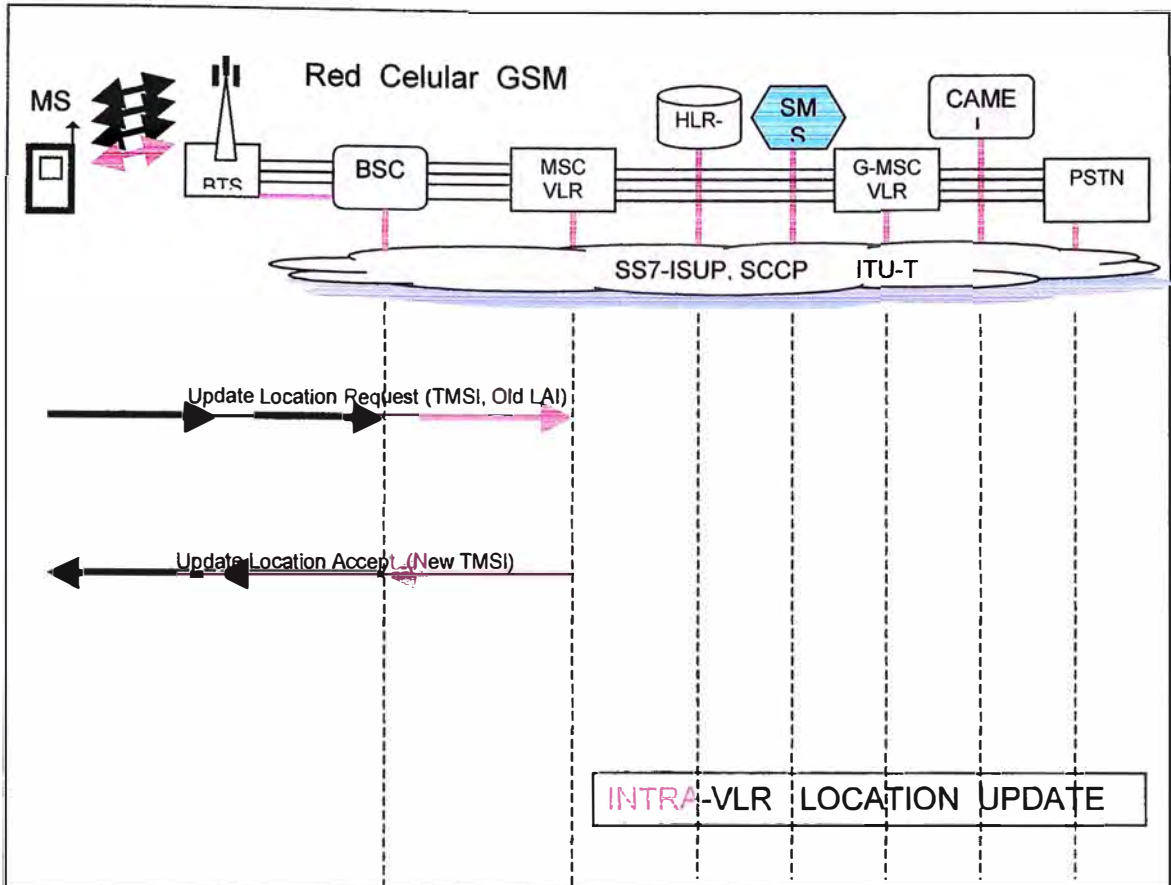


Fig. 4.14 Flujograma de handoff intra BSC

4.4 Verificación y pruebas de cobertura de diseño.

Después de realizar la puesta en servicio de la Estación Celular por parte del personal de infraestructura y Radio, se coordina con el personal de Optimización a fin de que inicien las pruebas de Cobertura de toda la zona a cubrir por el proyecto.

Para ello el personal de Optimización cuenta con equipos terminales de diferentes marcas que son conectados a instrumentos de medición de cobertura denominados “Equipos de drive Test”, en el mercado existen varias empresas dedicadas a este tipo de tareas: Andrew con su –INVEX 3G, Agilent con Un Scanner de señales celulares.

Utilizando estos equipos se efectuan las siguientes pruebas:

- a) pruebas de handoff entre sectores con llamadas continuas.
- b) pruebas de handoff entre celdas vecinas con llamadas continuas
- c) pruebas de acceso de llamadas por medio de múltiples llamadas en intervalos cortos (15-20s)



Fig. 4.15 Muestra del Drive test por las principales calles de Huanta

- d) Intrínsecamente se miden con estas pruebas parámetros de la red que se está midiendo como: RSSI o nivel de Señal, Eb/No(Señal a ruido), VER, ARCFN, mensajería de capa 3 (transacciones entre el móvil y la estación base). Señales interferentes, etc.

En caso de que la cobertura no está de acuerdo a lo planeado, se realiza una evaluación en base al estudio inicial y se buscará las medidas correctivas para mejorar a fin de llegar al 100 % de cobertura.

4.5 Verificación y pruebas de operatividad del sistema:

Medidas de test de RF en equipos GSM:

Los estándares GSM definen un sistema de comunicaciones radio que funciona correctamente sólo si cada uno de sus componentes opera dentro de unos límites precisos. De este modo, se establece un compromiso entre lo que sería la calidad experimentada por un usuario individual y el nivel de interferencia experimentada por el resto de usuarios. Es decir, por una parte los teléfonos móviles y las estaciones base deben transmitir suficiente potencia como para mantener una calidad de llamada aceptable en base a un nivel mínimo de relación señal a ruido en el receptor. Pero por otra parte, no debe transmitirse excesiva potencia como para que se interfiera a los canales de frecuencia o ranuras de tiempo vecinas. Recordemos que GSM opera con un esquema de transmisión conjunto FDMA/TDMA.

Para caracterizar las prestaciones de los transmisores GSM se emplean tres tipos de análisis distintos: medidas de canal, medidas fuera de canal y medidas fuera de banda. Las medidas de canal determinan la calidad experimentada por el usuario e incluyen: errores de frecuencia y de fase, potencia media de portadora de RF transmitida y potencia de portadora de RF transmitida en función del tiempo. Las medidas fuera de canal hacen referencia a la interferencia que un usuario causa al resto de usuarios GSM. Estas medidas incluyen: espectro debido a la modulación y al ruido, espectro debido a la conmutación y espurias de transmisión/recepción. Por último, las medidas fuera de banda determinan la interferencia que un usuario GSM causa a otros usuarios del espectro radioeléctrico e incluyen las espurias de banda cruzada. A continuación, analizaremos en qué consiste cada una de estas medidas. Todas ellas, así como otras adicionales, se basan en los siguientes estándares ETSI y ANSI:

- GSM 05.05/ETS 300-577: Transmisión y recepción radio de GSM y DCS1800.
- GSM 11.10/ETS 300-607: Especificación de conformidad de estaciones móviles GSM y DCS1800.
- GSM 11.21/ETS 300-609: Especificación de equipamiento de la estación base del sistema.
- ANSI J-STD-007: PCS1900. Especificaciones del interfaz aéreo.

Sin embargo, las especificaciones ETSI y ANSI han sido elaboradas con el fin de caracterizar completamente el estándar GSM, por lo que no resulta práctico realizar las medidas completas en cualquier entorno. Así, los fabricantes de equipos GSM y operadores de red deben considerar otros factores tales como coste o tiempo a la hora de escoger la extensión de los tests.

Errores de frecuencia y de fase:

El error de fase es un parámetro fundamental de GSM para caracterizar la precisión de la modulación. GSM utiliza una modulación 0,3 GMSK (Gaussian Minimum Shift Keying) con una tasa de 270,833 kbit/s. GMSK es un tipo especial de modulación FM digital, donde los 1's y 0's se representan por medio de desplazamientos de $\pm 67,708$ kHz de la portadora de RF. Adicionalmente a este desplazamiento de frecuencia se produce también un desfase de la portadora, el cual transporta la información. Así pues, la medida del error de fase puede revelar mucha información acerca de las prestaciones del modulador del transmisor GSM. Errores de fase elevados indican un problema en el generador I/Q de banda base, en los filtros o en la circuitería del modulador. El amplificador de salida del transmisor también puede generar una distorsión que cause errores de fase inaceptables. En un sistema real, los errores de fase reducen la capacidad del receptor de demodular la señal correctamente, lo cual afecta directamente al alcance del sistema. En el caso de los errores de frecuencia, éstos indican las prestaciones del sintetizador y del bucle de enganche de fase. Son especialmente importantes tanto en el caso del móvil, cuyo sintetizador conmuta constantemente entre transmisión y recepción, como en estaciones base con la opción de "frequency hopping" activada. La presencia de errores de frecuencia elevados puede mostrar, por ejemplo, que la frecuencia del sintetizador no se estabiliza suficientemente rápido entre conmutaciones. En un sistema real, este problema puede dar lugar a interferencias que caracterizaremos posteriormente por medio de otro tipo de medidas. Los errores de fase y de frecuencia son complejos, aunque los modernos equipos de test pueden realizar todo el cálculo y procesado de señal necesaria de forma automática, como por ejemplo el HP E4406A VSA. En la figura se representa esquemáticamente en qué consiste la medida del error de fase. El error de frecuencia se puede derivar a partir del gradiente medio (fase/tiempo) de la señal de error de fase.

Los estándares ETSI y ANSI especifican unos valores límite de 20° de pico, 5° RMS y 45 Hz para la estación base, y de 20° de pico, 5° RMS y 90 Hz para el terminal móvil.

- 1) Muestrear la trayectoria de la fase
- 2) Demodular la señal (001001110110010)
- 3) Computar la fase perfecta a partir de los bits
- 4) Restar ambas señales
- 5) Calcular los errores de fase y de frecuencia

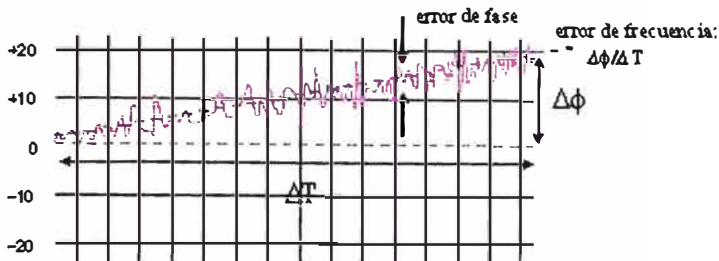


Fig. 4.16 Medida de los errores de fase y frecuencia.

Potencia media de portadora de RF transmitida

La potencia de salida es una característica fundamental del transmisor y está relacionada directamente con el alcance. Los sistemas GSM utilizan un control de potencia dinámico para asegurar que cada enlace se mantiene suficientemente con un mínimo de potencia. Esto proporciona dos beneficios fundamentalmente: las interferencias se minimizan y, en el caso de los móviles, la vida de las baterías se maximiza. Los transmisores requieren un procedimiento de calibración en fábrica para cumplir las especificaciones GSM, lo cual permite emplear componentes de bajo coste. Esta calibración consiste en la construcción de una tabla de factores de calibración para distintas potencias y frecuencias, de tal forma que se corrijan los efectos de la variación de los componentes. Las medidas de potencia fuera de la especificación indican usualmente un fallo en la circuitería del amplificador de potencia o en el suministro de la alimentación, como la batería en el caso de los móviles. Conceptualmente, la medida de la potencia media en GSM es sencilla. Se define simplemente como la potencia media transmitida durante la parte útil de la ráfaga GSM. Por lo tanto, las especificaciones ETSI y ANSI definen que el equipo de medida debe ser capaz de proporcionar la referencia de tiempo adecuada por medio de la demodulación previa de la señal. La norma especifica para una estación base de clase 5, una potencia máxima de +43 dBm y unos saltos de potencia de 2 dB con una desviación límite de $\pm 1,5$ dB,

mientras que para un móvil de clase 4, una potencia máxima de +33 dBm y unos saltos de potencia de 2 dB con una desviación límite de ± 3 dB.

Potencia de portadora de RF transmitida en función del tiempo:

Esta medida considera la envolvente de la potencia de portadora en el dominio del tiempo, comparándola con una máscara preestablecida. Los transmisores GSM deben conmutar la potencia de salida entre los estados "on" y "off" dentro de la ranura de tiempo TDMA que tienen asignada para evitar interferencias a las ranuras de tiempo adyacentes. Si los transmisores se conectan demasiado tarde, los datos al comienzo de la ráfaga pueden perderse con la consiguiente degradación en la calidad del enlace. Por otra parte, si los transmisores se desconectan lentamente, la siguiente ranura de la trama TDMA experimentará interferencia. Un fallo en esta medida indica problemas en los amplificadores de salida o en el bucle de control del nivel de potencia. La medida se realiza utilizando un analizador operando en el modo "zero span", es decir, no se realiza barrido en frecuencia y se captura la potencia de portadora para una frecuencia fija en función del tiempo. La máscara de potencia impuesta por el estándar se muestra en la figura 2. En el eje horizontal (tiempo), la medida se referencia respecto a la transición entre los bits 13 y 14 de la secuencia de entrenamiento. En el eje vertical (potencia), la medida se referencia respecto a la potencia media transmitida. Para realizar esta medida es necesario utilizar un equipo con gran margen dinámico. En la práctica, la mayoría de los fallos en este test ocurren en la parte superior de los flancos de subida o de bajada.

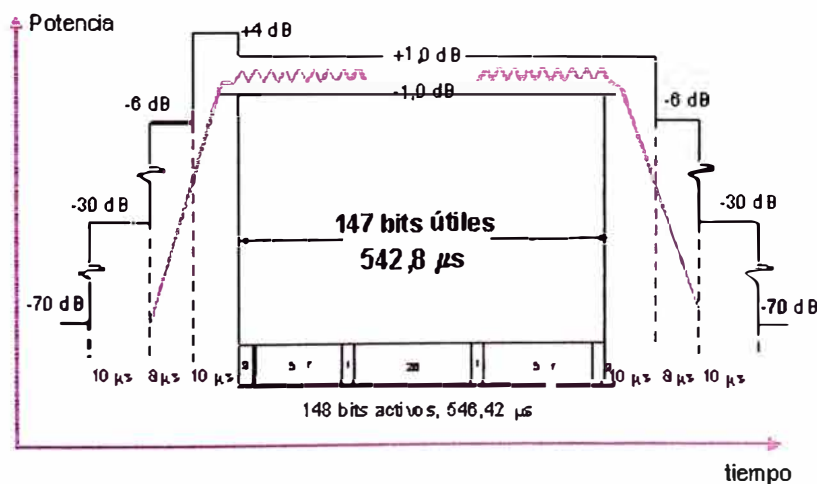


Fig. 4.17 Máscara de la ráfaga TDMA GSM.

Espectro debido a modulación y ruido:

El proceso de modulación en un transmisor provoca que la portadora (CW) se ensanche espectralmente. La medida del espectro debido a modulación y ruido se utiliza para asegurar que este proceso no causa un excesivo ensanchamiento espectral. De ser así, el resto de usuarios que operan a frecuencias distintas experimentarían interferencia. Se puede considerar como una medida de la potencia en canal adyacente, aunque se testean varios canales adyacentes simultáneamente. Esta medida, junto con el error de fase, pueden revelar numerosos fallos en la cadena del transmisor: generador I/Q banda base, filtros o modulador. Tal y como se ha definido, también se comprueba el ruido de banda ancha del transmisor que puede afectar al resto de usuarios, luego la especificación requiere medir en toda la banda de transmisión. Para realizar la medida, el analizador se sintoniza a una frecuencia fija y se mide la potencia de una parte de la ráfaga (50-90 %), de tal forma que se eliminan las rampas de conmutación. Posteriormente, el analizador se desplaza a otra frecuencia y se repite la medida. Este proceso continúa hasta haber comprobado todos los límites especificados (figura 3a). Los límites se especifican en dBc, de tal forma que la primera de las medidas tiene lugar a la frecuencia central a la que se encuentra sintonizado el transmisor. Estas medidas son difíciles de realizar y consumen gran cantidad de tiempo si se ajustan de forma precisa a las especificaciones. Habitualmente, en la mayor parte de las aplicaciones se realizan sólo algunas de las medidas por cuestiones de tiempo y coste. Téngase en cuenta que para desplazamientos de frecuencia superiores a los 600 kHz se requieren equipos de medida con un gran margen dinámico. Además, debe realizarse un procesado de los datos lo suficientemente rápido. Por ello, los equipos modernos realizan muchas de las medidas por encima de los 600 kHz mediante técnicas de procesado de señal como por ejemplo la FFT, lo cual proporciona una mejora de velocidad considerable. Adicionalmente, para mejorar el margen dinámico también suele atenuarse la potencia de la portadora empleando filtros.

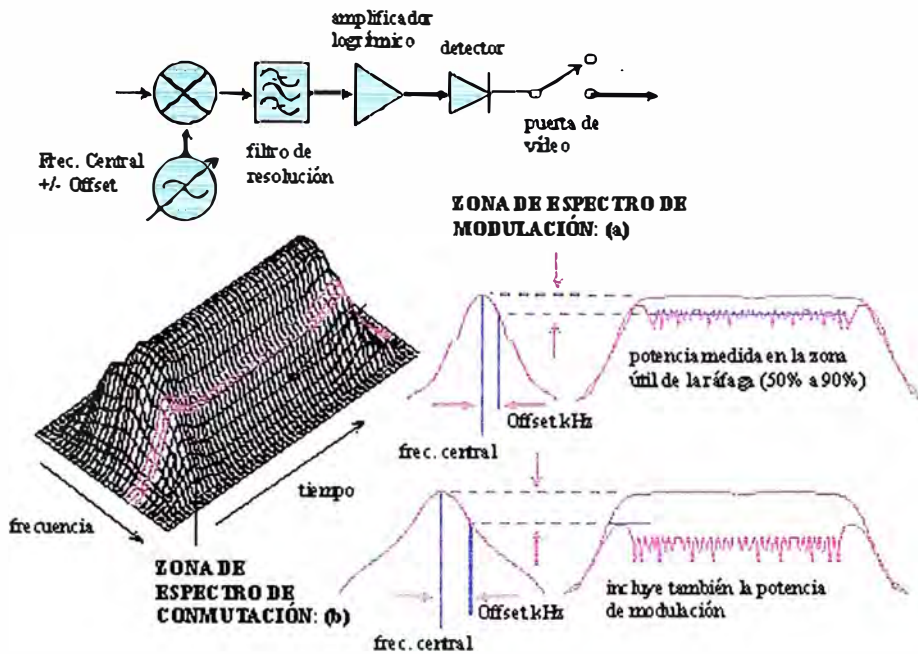


Fig. 4.18 Medida de espectros de modulación/ruido y conmutación

Espectro debido a la conmutación:

Los transmisores GSM conmutan la potencia de salida de RF rápidamente. La medida de la potencia transmitida en función del tiempo, anteriormente comentada, asegura que este proceso ocurre en los instantes de tiempo correctos y suficientemente rápidos. Sin embargo, si las rampas de potencia son demasiado abruptas pueden generarse componentes espectrales indeseadas que produzcan interferencia, especialmente en aquellos canales cercanos al de interés. Esta medida se utiliza para asegurar que estas componentes se encuentran por debajo de un nivel aceptable especificado por la norma. Un fallo en esta medida indica problemas en los amplificadores de salida o en el bucle de control del nivel de potencia. La medida del espectro debido a conmutación se realiza de una forma similar a la de la medida del espectro debido a modulación y ruido (figura 3b). El analizador se fija en el modo "zero span" y se realizan sucesivas medidas a varias frecuencias de offset con respecto a la portadora. Sin embargo, en este caso y a diferencia del anterior, se realiza una medida en todo el tiempo de duración de la ráfaga incluyendo los flancos de subida y de bajada. Los efectos de las rampas de potencia son dominantes en esta medida del espectro. Para la referencia inicial se mide la potencia de portadora transmitida en un ancho de banda de resolución de 300 kHz.

Dado que la especificación es menos precisa que en el caso del espectro de modulación, la medida del espectro de conmutación es más sencilla y rápida.

Espurias:

Las medidas de espurias son necesarias en cualquier sistema de comunicaciones radio, y en el caso de GSM son extensas. Los estándares ETSI y ANSI definen una gran cantidad de medidas para caracterizar las espurias radiadas y conducidas. Nosotros nos centraremos en las segundas, las cuales hacen referencia al caso en el que el equipo se conecta directamente al instrumento de medida por medio del conector de antena. Como se comentó con anterioridad, las espurias se dividen en varios tipos dependiendo de la banda de frecuencias a la que afectan. Las medidas se realizan por medio de un barrido en frecuencia. En el caso de las espurias de transmisión, la medida consiste en comprobar que el transmisor no genere interferencias a otras frecuencias de la propia banda de transmisión: 925-960 MHz. Por otro lado, las espurias de recepción consisten en aquellas interferencias que un transmisor provoca en la banda de recepción GSM: 880-915 MHz. Esta medida es importante, ya que un equipo transmisor puede enmascarar a su propio receptor. La especificación fija un valor máximo de potencia interferente de ~ 104 dBm. Dado que el diplexor de antena utilizado para separar los sentidos de transmisión y recepción no es perfecto y posee un determinado valor de aislamiento finito, parte de la potencia transmitida se acopla en el receptor. De este modo, considerando un aislamiento típico de 30 dB en el diplexor, es necesario asegurar que la potencia del transmisor que se genera sobre la banda de recepción sea inferior a ~ 98 dBm. Actualmente no existen analizadores con el suficiente rango dinámico para realizar esta medida, por lo que la señal de la banda de transmisión se atenúa previamente.

En el caso de las espurias de banda cruzada, éstas hacen referencia a las interferencias del sistema GSM sobre otros sistemas similares, como por ejemplo DCS1800 ó PCS1900. En algunos países coexisten tanto el sistema GSM900 como el DCS1800. Por esta razón, es necesario fijar unas especificaciones para asegurar el buen funcionamiento conjunto. Por ejemplo, en el caso de una estación base GSM900, se especifica un nivel de espurias máximo de ~ 47 dBm sobre la banda de transmisión DCS1800 (1805-1880 MHz) y de ~ 98 dBm sobre la banda de recepción DCS1800

(1710-1785 MHz). Por último, las espurias fuera de banda cubren el rango espectral desde los 100 kHz hasta los 12,75 GHz y hacen referencia a las interferencias sobre otros sistemas de navegación, militares, televisión, etc.

Diagrama de bloques de un terminal móvil y set-up de medida:

El diagrama de bloques de un teléfono móvil se representa en la figura 4. A la izquierda se observan los bloques de audio: micrófono, altavoz y codificador de voz. En la parte superior se encuentra el transmisor con el generador banda base I/Q, el modulador GSMK, el sintetizador de frecuencia, filtros, mezcladores y amplificadores de potencia. En la zona de los amplificadores de salida se observa un bucle de control de potencia que, entre otras funciones, controla las rampas de subida y de bajada de la ráfaga. El demodulador y el ecualizador componen el bloque receptor inferior, al cual le llega también la referencia del sintetizador. Por último, otros elementos serían la antena junto con su diplexor, el procesador, pantalla y teclado numérico o de funciones.

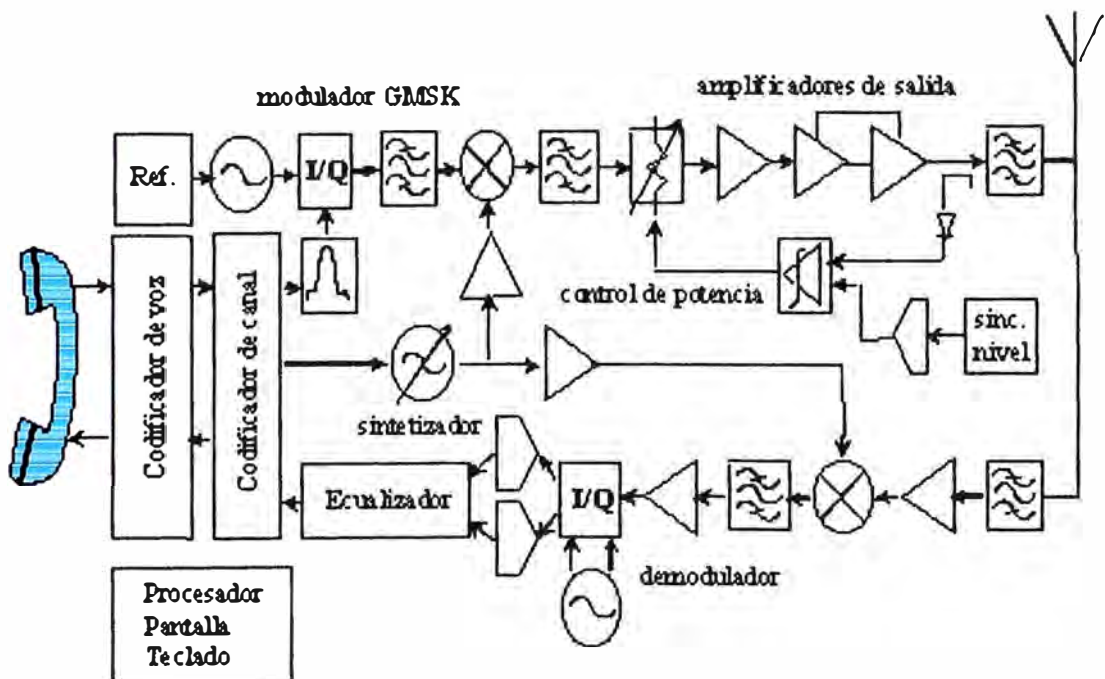


Fig. 4. 19 Diagrama de bloques de un teléfono móvil GSM.

Para realizar todas las medidas enumeradas con anterioridad y comprobar los distintos bloques del teléfono móvil existen equipos de multitud de fabricantes disponibles comercialmente. En particular, en la figura 5 se muestra un set-up de medida empleando el equipo de test GSM HP 8922M y una fuente de señal. La fuente se utiliza

para generar una señal de modulación GSM que emulará los comandos recibidos por el móvil de la estación base, mientras que el equipo de medida comprobará si se cumplen las distintas especificaciones fijadas por la norma. Dependiendo de la medida, las interconexiones entre ambos equipos variarán ligeramente.

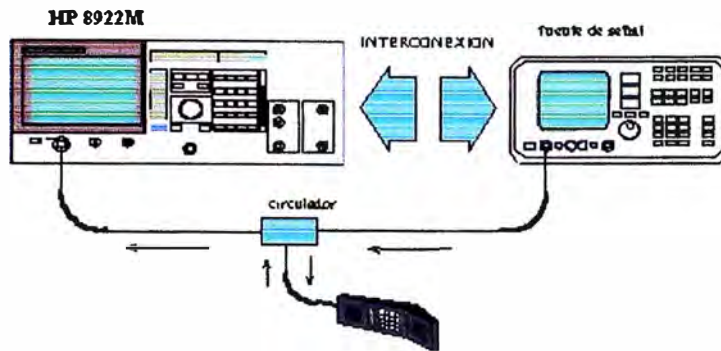


Fig. 4.20 Set-up de medida de un teléfono móvil GSM.

4.5.1 Cartilla para la entrega de obras:

En el Anexo A1 se presentan los cuadros que muestran los formatos para la entrega de obra:

- Relación de elementos para verificar durante la entrega de la estación.
- Relación única de reparos reportados por elemento observado (5 formularios).

4.5.2 Flujograma de levantamiento de reparos:

En el Anexo A2 se muestra el flujograma para el procedimiento en el levantamiento de reparos.

4.5.3 Protocolo de aceptación de obra Huanta:

En el Anexo A3 se muestran los cuadros que se realizan para el protocolo de aceptación de la obra en Huanta.

BIBLIOGRAFIA

- (1) <http://agamenon.uniandes.edu.co/>,
<http://www.info-ab.uclm.es/assignaturas/>
- (2) Joachim Tisal “La Red GSM”
Paraninfo Thomson Learning – Dunod, Paris 1999
- (3) Nokia Networks Oy “System Training Introduccion to GSM “
Nokia Corporation – TC Finland 2002
- (4) Mónica Gorricho Moreno/Juan Luis Gorricho Moreno “Comunicaciones Móviles”
Edicions UPC – Barcelona 2002

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones:

1. El trabajo realizado pretende dar una visión general de cómo se planifica, se dimensiona, se gestiona y se desarrolla el proyecto de implementación de una Estación Base Celular en zonas rurales.
2. El trabajo muestra como éste tipo de proyectos requiere la participación de un equipo de profesionales de diferentes especialidades a fin de desarrollar, supervisar y ejecutar adecuadamente su implementación.
3. El desarrollo del proyecto requiere una constante interrelación con personas naturales y jurídicas lo que obliga que los profesionales que participan en ella estén capacitados y tengan cierto nivel de decisión a fin de realizar las gestiones técnicas y legales pertinentes al proyecto.
4. Durante el desarrollo del proyecto y la operatividad del mismo se contempla el cuidado y respeto a las normativas existentes referidos a los estándares nacionales de calidad y los lineamientos respecto al medio ambiente, con el objetivo de proteger la salud, mejorar la calidad de vida de la población y promover el desarrollo sostenible.

Recomendaciones:

El trabajo sólo se describe la ejecución de una sola Estación, pero en la práctica se desarrolla en simultaneo muchos más, lo que implica que el profesional que participa tenga los fundamentos necesarios para administrar a la vez todo el conjunto de obras y así mismo tener el manejo del personal técnico.

Estos proyectos se desarrollan en un periodo aproximado de tres meses, por lo que se debe considerar dentro de ese periodo todos los factores externos que pueden influir en contra de su ejecución.

Anexo A1. Cartilla para entrega de obra

CARTILLA PARA ENTREGA DE OBRA

DATOS DE OBRA						
1	CLASE DE OBRA					
2	DEPARTAMENTO					
3	ZONAL					
4	NOMBRE DEL INGENIERO DE OPERACIONES					
5	NOMBRE DEL REPRESENTANTE DEL PROVEEDOR					
6	FECHA DE VERIFICACION					
CLASE DE OBRA	INFRAESTRUCTURA CIVIL	OK	NO OK	N/A	COMENTARIOS	
1	SEGURIDAD					
1.1	PUERTA METALICA					
1.2	PUERTA DE MADERA					
1.3	CERRADURAS					
1.4	LLAVES					
1.5	CONCERTINA					
2	CERRAMIENTOS O MUROS					
2.1	CERCO DE MATERIAL NOBLE					
2.2	CERCO DE MALLA METALICA					
2.3	CERCO DE DRYWALL					
2.4	CERCO DE POLIMERO					
3	PISOS					
3.1	PISO DE CONCRETO					
3.2	VEREDAS					
3.3	PISO DE RIPIO					
3.4	DRENAJES					
4	ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE CONCRETO					
4.1	LOSAS DE CONCRETO PARA EQUIPOS					
4.2	LOSAS DE CONCRETO PARA SHEL TER					
4.3	LOSAS DE CONCRETO PARA MASTILES					
4.4	COLUMNAS					
4.5	VIGAS					
4.6	COLUMNAS DE CIMENTACION DE TORRE					
4.7	CIMENTACION PARA ANCLAJE DE VIENTOS					
4.8	POYOS DE BASE					
5	ELEMENTOS ESTRUCTURALES METALICAS PARA EQUIPOS					
5.1	PLATAFORMA PARA EQUIPOS					
5.2	VIGAS METALICAS PARA PLATAFORMA					
5.3	ESCALERILLAS PARA CABLES					
6	ESTRUCTURA SOPORTE PARA ANTENAS					
6.1	MASTIL O SOPORTE PARA ANTENA					
6.2	TORRE AUTOSOPORTADA					
6.3	TORRE VENTADA					
6.4	CABLES DE VIENTOS DE TORRE					
6.5	MONOPOLO					
6.6	LINEA DE VIDA					
6.7	SISTEMA DE PARARRAYOS					
6.8	SISTEMA DE BALIZAJE					
6.9	ESCALERILLAS PARA CABLES					
6.10	PLATAFORMA PARA EQUIPOS					
6.11	PLATAFORMAS DE DESCANSO					
6.12	PLATAFORMAS PARA ANTENAS					
6.13	PINTURA					
6.14	BARRAS DE TIERRA EN TORRE					
7	INSTALACIONES ELECTRICAS					
7.1	TABLERO TDP					
7.2	TABLERO PDP					
7.3	TOMA INDUSTRIAL					
7.4	SUPRESOR DE PICOS					
7.5	BREAKERS					
7.6	LUMINARIAS					
7.7	TOMACORRIENTES					
7.8	TENDIDO DE CABLES					
7.9	TUBERIAS PARA CABLES					
8	SISTEMA DE TIERRA					
8.1	REGISTROS					
8.2	BARRAS DE TIERRA					
8.3	ATERRAMIENTOS CON TERMINALES					
8.4	ATERRAMIENTO CON SOLDADURA EXOTERMICA					
8.5	MEDICION DEL SISTEMA DE TIERRA					
9	ACCESORIOS					
9.1	SENSOR DE TEMPERATURA					
9.2	SENSOR DE PUERTA ABIERTA					
9.3	EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO					
9.4	EXTRACTOR E INYECTOR DE AIRE					
9.5	EXTINTOR					
9.6	SEÑALÉTICAS					
9.7	TOMA INDUSTRIAL					
9.8	LUZ DE EMERGENCIA					

CLASE DE OBRA	ENERGIA	OK	NOK	N/A	COMENTARIOS
1	ACOMETIDA				
1.1	POSTES				
1.2	CABLES				
1.3	TRANSFORMADOR				
1.4	MEDIDOR				
1.5	EMPALMES Y CONEXIONES				
1.6	SISTEMA DE TIERRA				
1.7	TRANSFORMIX				
1.8	AISLADORES				
1.9	GRUPO ELECTROGENO				
2	DC				
2.1	RECTIFICADORES				
2.2	BANCO DE BATERIAS				
2.3	CABLEADO				

CLASE DE OBRA	RF	OK	NOK	N/A	COMENTARIOS
1	INSTALACION DE GABINETES Y CABLES EXTERNOS (NO FEEDERS)				
1.1	Instalacion de gabinetes (alineados, nivelados, anclajes galvanizados, etc)				
1.2	Cableado Intergabinetes (energia, control, alarmas: peinados, identificados, conectorizados)				
1.3	Tapas y cubiertas ajustados, Estado de empaques de puertas				
1.4	Entrada de cables debidamente sellados				
1.5	Cables de tierra de gabinetes (peinado, conectorizado, curvas)				
1.6	asegurados)				
1.7	asegurados)				
2	INSTALACION DE CABLES INTERNOS Y MODULOS DE LA EBC				
2.1	Instalacion de modulos (pernos ajustados, sin rayones)				
2.2	correcto)				
2.3	Instalaciones de tapas falsas				
2.4	Aterramientos de puertas de gabinetes				
2.5	Instalacion de transceivers y conexiones				
2.6	Instalacion de alarmas externas a regleta.(puerta abierta, humo, movimiento, etc)				
3	COMISIONAMIENTO DE EBC				
3.1	Se cumplio con protocolo?				
3.2	registrar.				
3.3	Todas las unidades (tarjetas) trabajando? Chequeo visual.				
3.4	Disponibilidad de medio de transmision (microndas, E1, etc)				
3.5	Todas las alarmas externas funcionando? Visualizacion a PC				
4	INTEGRACION DE EBC				
4.1	Se cumple con protocolo?				
4.2	Pruebas de Alarmas desde /hacia el NOC				
5	INSTALACION DEL SISTEMA DE ENERGIA				
5.1	Breakers correctamente instalados e identificados.				
5.2	Cable de tierra principal (peinado, sujetado, curvas, identificado)				
5.3	Instalacion de rectificadores (numero y configuracion)				
5.4	Instalacion de baterias (numero y configuracion)				
5.5	Instalacion de gabinete				
5.6	Conexión a tierra de gabinete				
5.7	Instalacion de barra bornera de gabinete				
5.8	Instalacion de cable AC a rectificadores (peinado, asegurado, identificado)				
5.9	Instalacion de cable DC de rectificadores (peinado, asegurado, identificado)				
5.10	Terminales debidamente ajustados al torque indicado (ver herramienta)				
5.11	Instalacion de cables de alarmas externas (peinado, asegurado, identificado)				
6	INSTALACION DE BATERIAS				
6.1	Instalacion de rack de baterias (nivelado, asegurado, conexión a tierra)				
6.2	Instalacion de baterias (aseguradas e identificadas, bateria piloto)				
6.3	Cables y terminales de las baterias (peinado, conectorizado, identificados)				
6.4	Ventilacion de baterias sin obstaculos				
6.5	Grasa conductora en bornes (en superficies de contacto)				
6.6	Terminales debidamente ajustados al torque indicado (ver herramienta)				
6.7	Instalacion del sensor de temperatura				
7	INSTALACION DE SISTEMAS DE CONVERSORES				
7.1	Instalacion del gabinete y modulos: nivelados, identificados, asegurados				
7.2	conectorizado?				
7.3	Instalacion de cable de tierra: curvaturas, peinados, conectorizado				
7.4	Identificacion de cables y breakers				
8	DOCUMENTACION DE SISTEMA E FUERZA				
8.1	Manual de Usuario y Tabla de Baterias en sitio				
9	COMISIONAMIENTO DE SISTEMA DE FUERZA				
9.1	Se cumple con protocolo de equipo?				
9.2	Alarmas limpias en displays, LEDs OK				
9.3	Se registraron valores de rectificadores (voltajes, corrientes equalizadas)				
9.4	Comisionamiento de conversores DC-DC según protocolos?				

10	ANTENA Y AMPLIFICADORES DE RF				
10,1	Tipo de antena correcta por sector (modelo según documentación)				
10,2	Amplificador de RF (asegurado, tierra, debidamente sellado, identificado)				
10,3	Etiquetado de antena (codigo de colores, sectores)				
10,4	Antena kit de tilt (ajustado y completo)				
10,5	Antena (tilt mecánico, eléctrico y azimuth correctos)				
10,6	Antena asegurada (no se debe mover fácilmente con la mano)				
10,7	Se hicieron pruebas de protocolo?				
11	INSTALACION DE FEEDERs				
11,1	Feeders peinados, asegurados, e identificados en ambos extremos				
11,2	Entradas de feeders a los equipos debidamente sellados.				
11,3	Grapas correctamente armados y ajustados				
11,4	Conectores y jumpers internos (ajuste, curvas, peinado, identificación)				
11,5	Conectorización correcta: (herramientas, ajuste)				
11,6	Todos los conectores ajustados al torque adecuado? (ver herramienta)				
11,7	Conectores externos sellados? (cinta aislante y vulcanizante, uniforme)				
11,8	Grounding Kit: numero, posición, peinado de cables, sellado, conectorizado.				
11,9	la entrada.				
12	COMISIONAMIENTO DE ANTENAS GSM Y FEEDERs				
12,1	Seguir protocolo del Equipo				
12,2	Modelos y fechas de calibración de equipos de medición (anotar)				

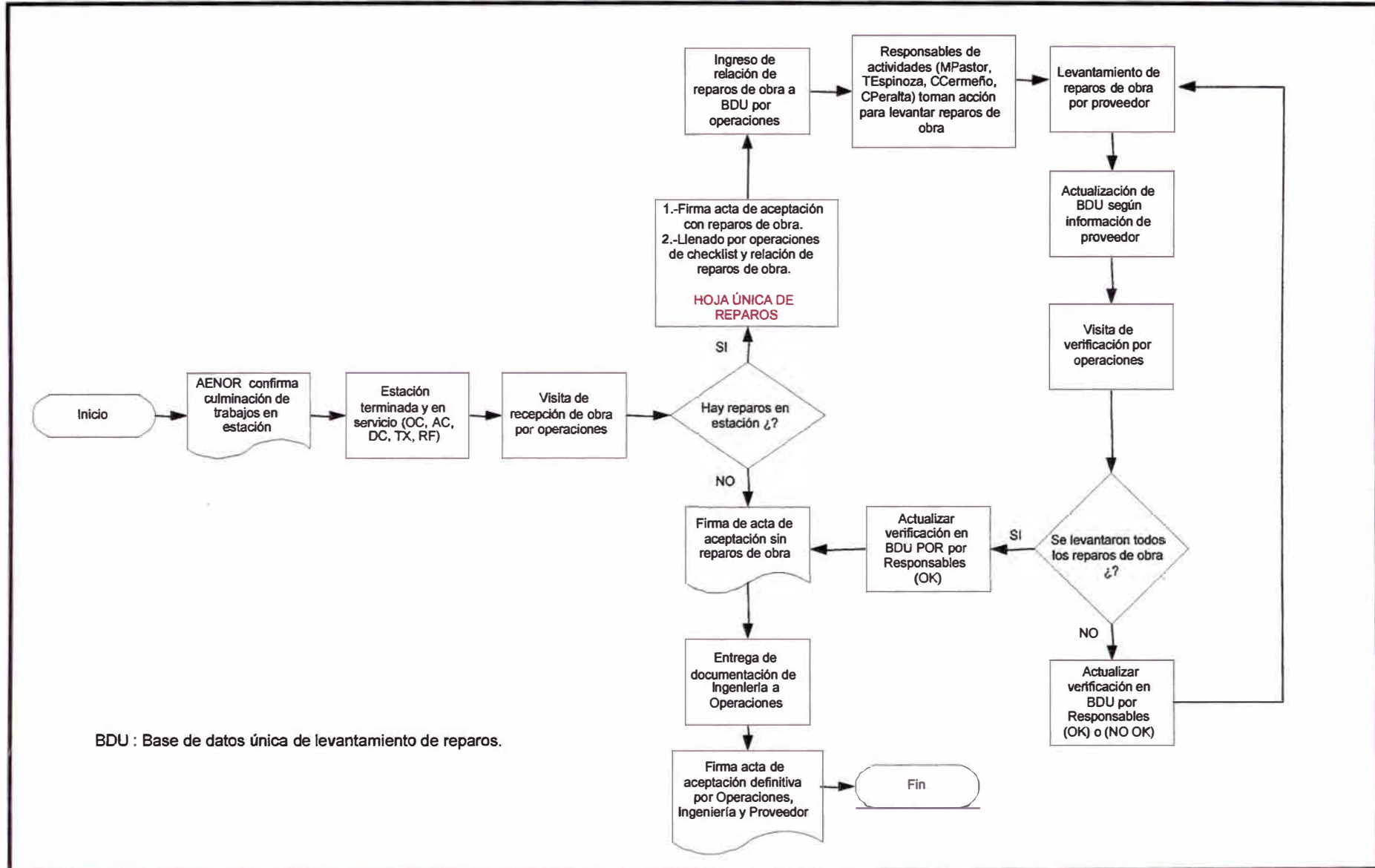
CLASE DE OBRA	CENTRALES Y CONTROLADORES DE EB	OK	NOK	N/A	COMENTARIOS
1	INSTALACION DE BASTIDORES				
1,1	Instalación de bastidores (alineados, nivelados, anclajes galvanizados, etc)				
1,2	Tapas y cubiertas ajustados, Estado de empaques de puertas				
1,3	Entrada de cables debidamente ordenados				
2	INSTALACION DE GABINETES Y CABLES EXTERNOS				
2,1	Instalación de cables y escalerillas (ordenados, sujetadores, etc)				
2,2	Cableado intergabinetes (energía, E1's, control, alarmas: peinados, identificados, conectorizados)				
2,3	Entrada de cables debidamente sellados				
2,4	Cables de tierra de gabinetes (peinado, conectorizado, curvas)				
2,5	asegurados)				
2,6	Cables Flex 5 (instalados, peinados, conectorizados, identificados, asegurados)				
2,7	Cables UTP (instalados, peinados, conectorizados, identificados, asegurados)				
2,8	asegurados)				
3	DOCUMENTACION				
1,1	Layouts de Energía				
1,2	Layouts de Conexiones				
1,3	Documentación definida (planificación)				
1,4	Documentos de Aceptación				

FIRMA: INGENIERO DE INFRAESTRUCTURA TM

FIRMA: INGENIERO DE RF TM

Anexo A2. Flujograma de levantamiento de reparos

FLUJOGRAMA LEVANTAMIENTO DE REPAROS



Anexo A3. Protocolo de aceptación de obra de EB Huanta

REPORTE DE PRUEBAS (Integración de NE)

Preparado (también responsable si no hay otro)		Documento No.	
Responsable del Doc./Aprobado		Fecha	Rev. A
Revisado		Archivo INTEGRACION BTS GSM	

Proyecto: **GSM Telefónica**
 Sitio: **EB HUANTA**

Op. **BSC**

Integración de RBS 800

NOMBRE DEL PROBADOR: _____ FECHA: _____

CONFIGURACION DE LA CELDA: **2+0+0** TIPO DE RBS: **2106i**

Llamadas de Prueba usando TEMS Pocket

TRU	Celda ID	ARFCH	BSIC	RSSI	OK / NOK / NA
1	43151	133	21	-50	OK
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					

Llamadas de Prueba con Red Fija

A red fija

Desde red fija

Pasó / Falló OK

Pasó / Falló OK

Llamadas de Prueba a Intracell Handovers

A a B	A a C	B a A	B a C	C a A	C a B
OK	OK	OK	OK	OK	OK

Llamadas de Prueba con Red Movil

Movil Origina

Movil Recive

195516961 **GSM**

199651921 **CDMA**

Observaciones:

.....

.....

.....

.....

.....

REPORTE DE PRUEBAS (Integración de NE)

Preparado (también responsable si no hay otro)		Documento No.	
Responsable del Doc./Aprobado		CCU/O 03:0576	Fecha
Revisado		Rev.	Archivo
		A	INTEGRACION BTS GSM

Proyecto: **GSM TM**
 Sitio: **EB HUANTA**

Op. **BSC**

Integración de RBS 1900

NOMBRE DEL PROBADOR: _____ FECHA: _____

CONFIGURACION DE LA CELDA: _____ TIPO DE RBS: _____

Llamadas de Prueba usando TEMS Pocket

TRU	Celda ID	ARFCH	BSIC	RSSI	OK / NOK / NA
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					

Llamadas de Prueba con Red Fija

A red fija

Desde red fija

Pasó / Falló

Pasó / Falló

Llamadas de Prueba a Intracell Handovers

A a B	A a C	B a A	B a C	C a A	C a B

Llamadas de Prueba con Red Movil

Movil Origina

Movil Recive

GSM

CDMA

Observaciones:

.....

.....

.....

.....

Preparado (también en caso de responsable)		REPORTE DE NUMEROS DE SERIES DE EQUIPOS		
Responsable del Doc./Aprobado		Revisado	Documento No. CCUJO 03:0576	Fecha
			Rev.	Archivo A INTEGRACION BTS GSM

Proyecto: **GSM Telefonica**
 Sitio: **EB HUANTA**

Tipo RBS

RBS 1900

Dispositivo	Código	Rev.	Número de Serie	Posición	Fecha de Fabricación
RBS-Gabinete					
IDM					
TRU Magazine					
dTRU 1					
dTRU 2					
dTRU 3					
dTRU 4					
dTRU 5					
dTRU 6					
CXU-10					
CDU Magazine					
CDU 1					
CDU 2					
CDU 3					
PSU 1					
PSU 2					
PSU 3					
PSU 4					
DXU					
ACCU					
ADM-01					
Filtro DC					
FCU-01					
BBU					
BFU-21					
DC/DC CONV.					
DF/OVP					
TMA - CM	SDK 107 881/1	R1E	BF31424359		51115
dTMA	KRY 112 71/2	R2E	X611132722		200542
dTMA	KRY 112 71/2	R2E	X611132723		200542
dTMA	KRY 112 71/2	R2E	X611132729		200542
dTMA	KRY 112 71/2	R2E	X611132707		200542
dTMA	KRY 112 71/2	R2E	X611132725		200542
dTMA	KRY 112 71/2	R2E	X611132727		200542
Antena:	N/A				
Antena:	N/A				
Antena:	N/A				
Antena:A-1					
Antena:B-1					
Antena:C-1					
Inyector Bias	KRY 1011587/1	R3B	5102035		05W40
Inyector Bias	KRY 1011587/1	R3B	5102036		05W40
Inyector Bias	KRY 1011587/1	R3B	5102024		05W40
Inyector Bias	KRY 1011587/1	R3B	5102027		05W40
Inyector Bias	KRY 1011587/1	R3B	5102013		05W40
Inyector Bias	KRY 1011587/1	R3B	5102018		05W40

CERTIFICADO DE ACEPTACION

Preparado (también en caso de responsable)		Documento No. CCU/O 03:0576		
Responsable del Doc./Aprobado	Revisado	Fecha	Rev. A	Archivo Protocolo_Aceptación.xls

Proyecto: **GSM TM**
 Sitio: **EB HUANTA**

CERTIFICADO DE ACEPTACION DE ELEMENTO DE RED

Esto es para certificar que se ha entregado, instalado y probado la RBS GSM en el sitio HUANTA en la banda de frecuencias de **800 MHz** tal y como está definido en el Contrato de TM

La aceptación del elemento de red ha sido realizada de acuerdo con los procedimientos descritos en el contrato mencionado arriba y en concordancia con las normas de aceptación previstas

Fecha:

Por TM Ingenieria

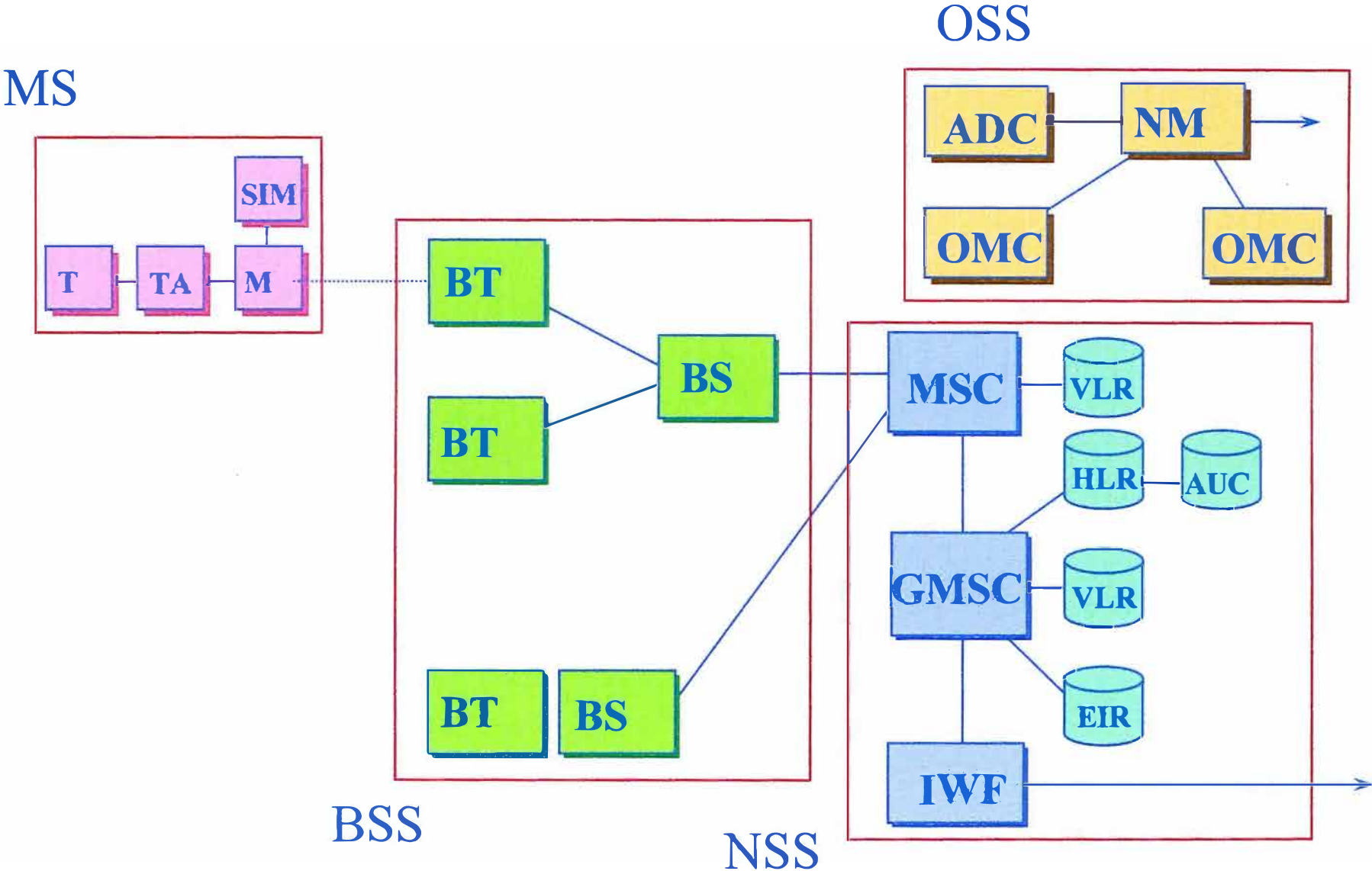
Por TM Operaciones

.....

.....

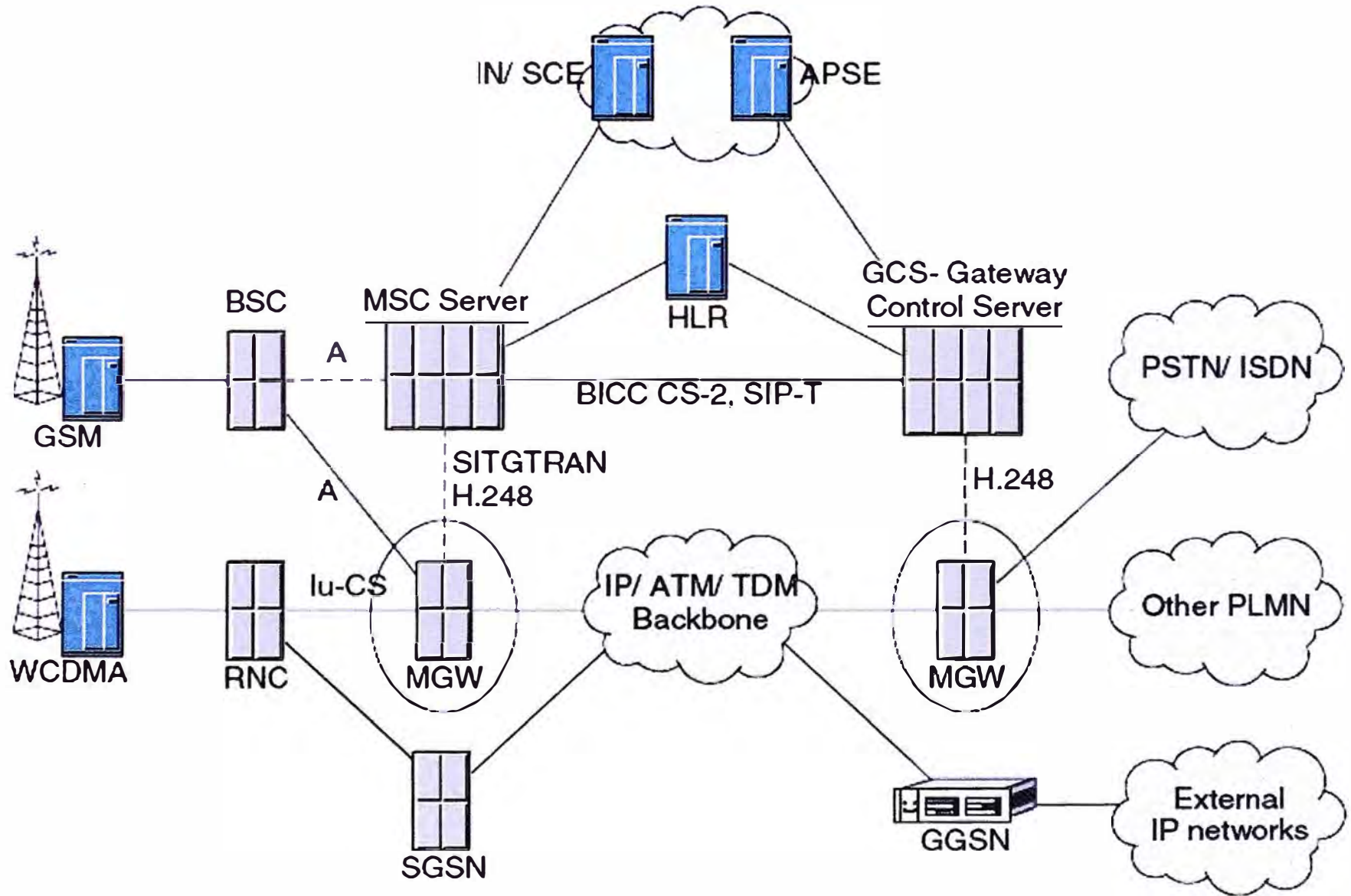
Anexo A4. Arquitectura del Sistema GSM/GPRS

ARQUITECTURA DEL SISTEMA GSM/GPRS

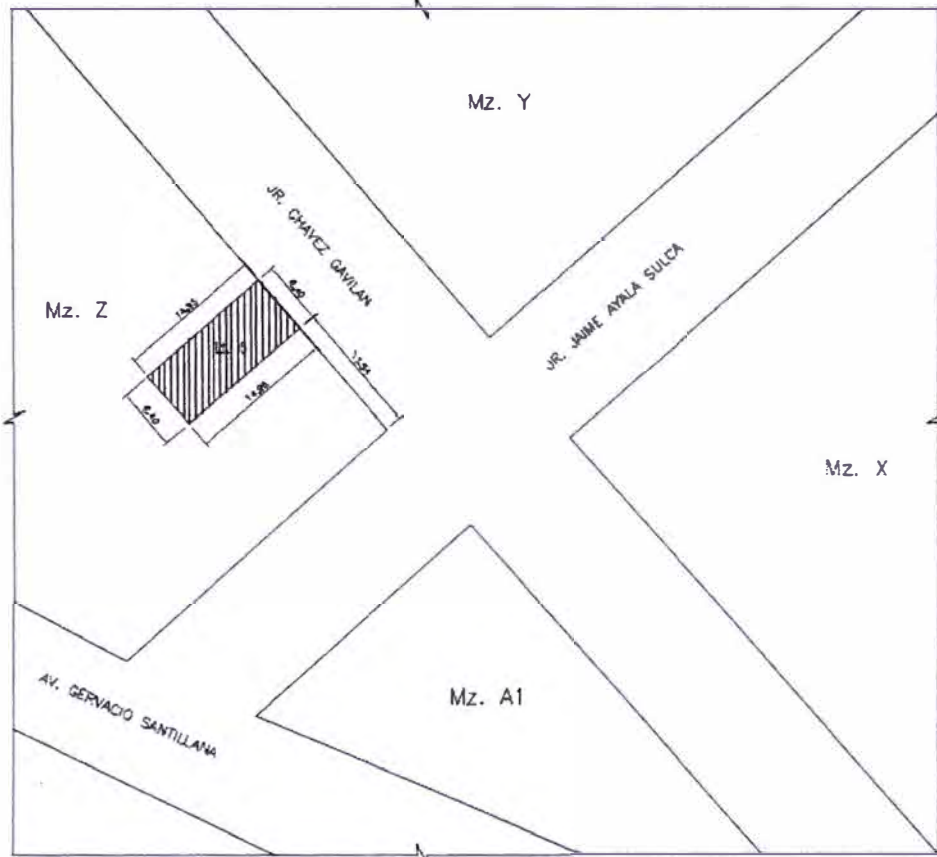


Anexo A5. Esquema general del sistema

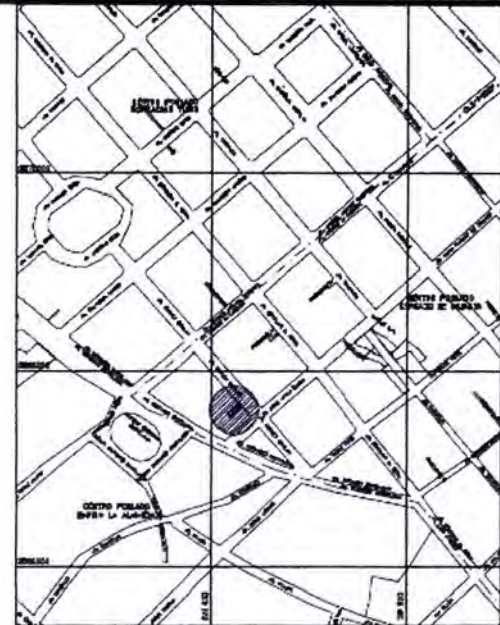
ESQUEMA GENERAL DEL SISTEMA GSM



Anexo A6. Planos del proyecto



PLANO DE UBICACION
ESCALA: 1/500



ZONIFICACION :
 AREA DE ESTRUCTURACION URBANA :
ESQUEMA DE LOCALIZACION
 ESCALA : 1/5000

DEPARTAMENTO : AYACUCHO
 PROVINCIA : HUANTA
 DISTRITO : HUANTA
 URBANIZACION : GERVACIO DE HUANTA
 JIRON : CHAVEZ GAVILAN
 NUMERO : 289

FIRMA :

PROPIETARIO : HENATO SARAICO MARAM

SELLO Y FIRMA :

PROFESIONAL : NORMA NOVA LI Nº REG. : 5786

PROYECTO : EBC HUANTA

PLANO : LOCALIZACION Y UBICACION

LAMINA :

ESCALA :
INDICADA

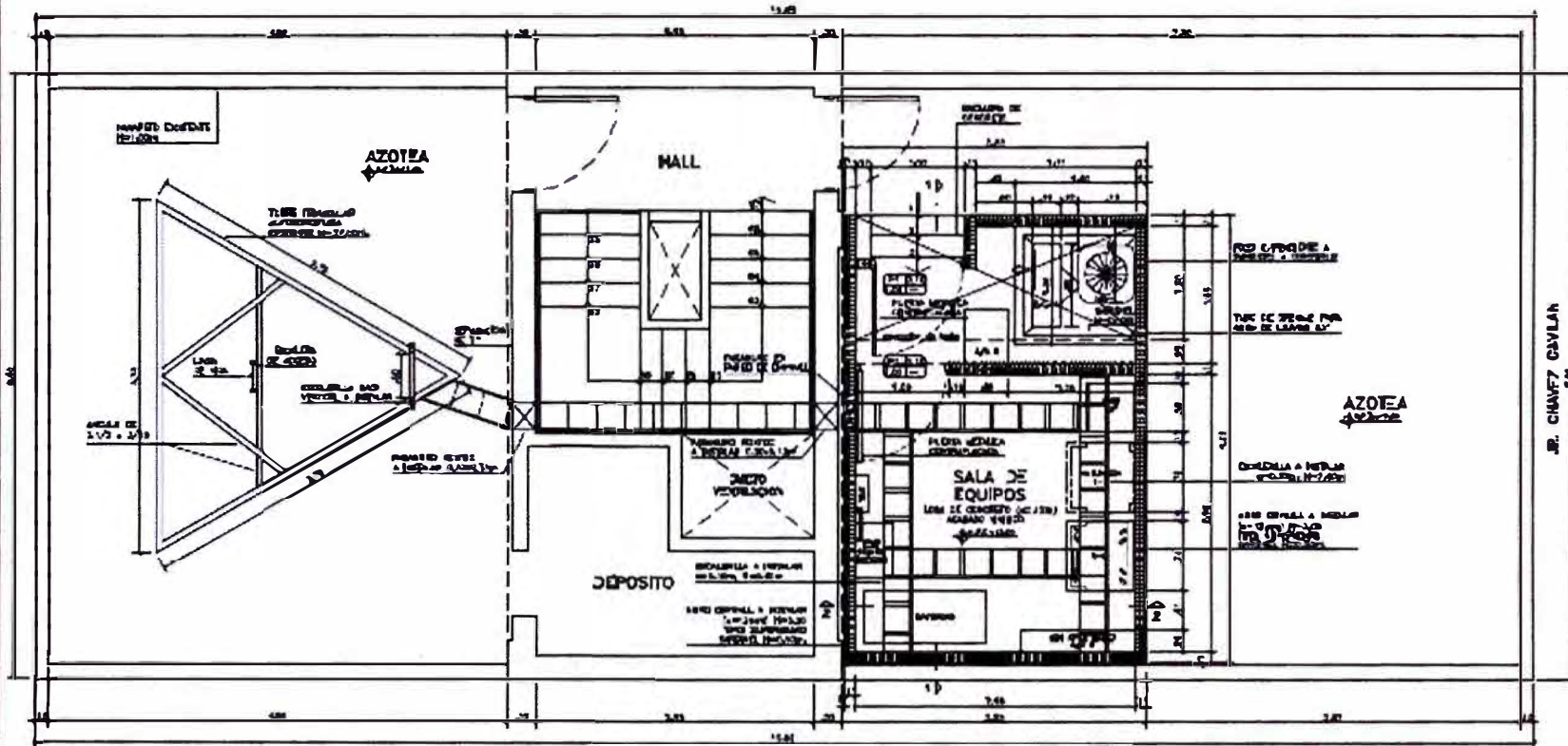
FECHA :
SEPTIEMBRE 2006

U

CUADRO NORMATIVO

CUADRO DE AREAS (m²)

PARAMETROS	R.N.C.	PROYECTO	AREAS	TOTAL
USOS	-	TELECOMUNICACIONES	AREA TERRENO	101.88m ² .
DENSIDAD NETA	-	-	AREA TOTAL DE AZOTEA	99.78m ² .
COEFICIENTE DE EDIFICACION	-	-	AREA TECHADA EXISTENTE EN AZOTEA	20.69m ² .
AREA LIBRE	-	-	AREA TECHADA DE ESTACION	17.04m ² .
ALTURA MAXIMA	-	-		
RETRO MINIMO FRONTAL	-	-		
ESTACIONAMIENTO	-	-		



PLANTA AZOTEA
Escala: 1/20

Tekfontec
Móviles



APROBADO

YOUTUBER:

ICA: No. FORMAS TERRELL

PROYECTO: NOMBRE

FECHA DE APROBACION

REVISION POR	FECHA
1. DISEÑO	01/02/20
2. REVISIÓN/NOTA	15/02/20
3. DISEÑO	01/03/20
4. DISEÑO	11/03/20
5. DISEÑO	21/03/20
6. DISEÑO	21/03/20

LA INFORMACION CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES FORMAL Y SU REPRODUCCION OBTENDRA RESPONSABILIDAD

SECCION

SECCION DE HERRAMIENTAS
P. GARCIA GONZALEZ 200
HERRAMIENTAS - ANEXO

PROYECTO:
ARCHITECTURA

PROYECTO:
ANT. SERVICIO HERRAMIENTAS
OBS. 200

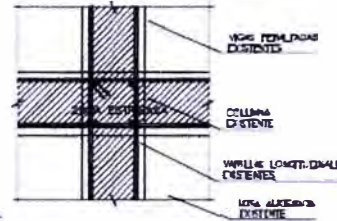
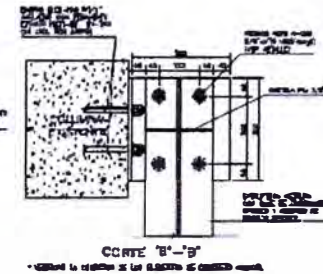
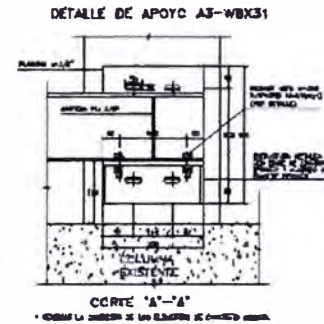
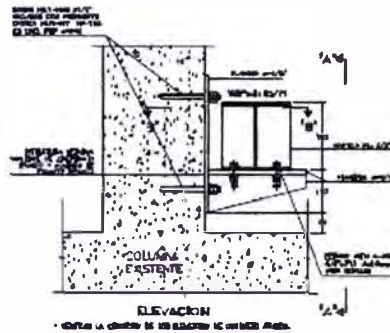
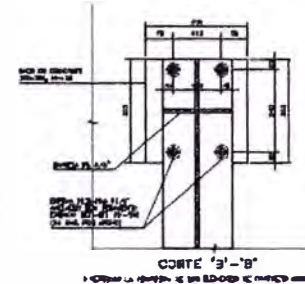
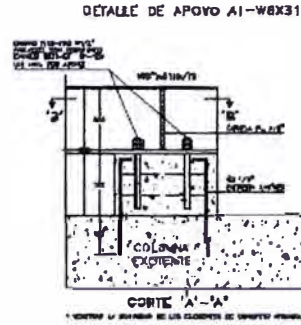
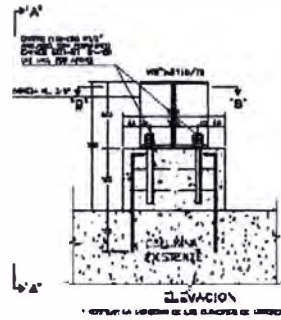
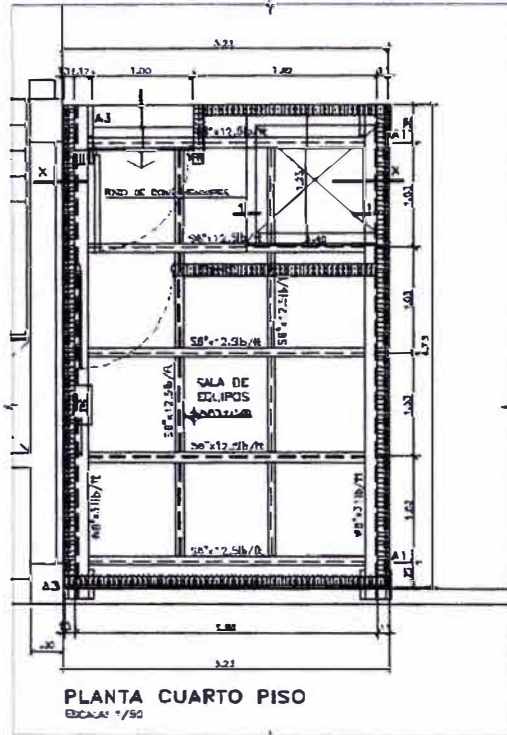
PLANTA
PLANTA AZOTEA

NOMBRE DE LA HOJA

A2

ESCALA: 1/20

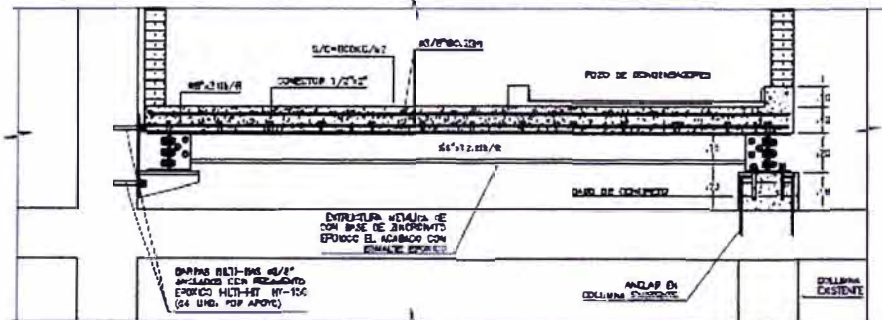
JR. CHAVIZ GAVILAN 200



ESPECIFICACIONES TECNICAS

CONCRETO	- CONCRETO ARMADO	$f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
VIGAS, COLUMNAS Y SOBRECIMIENTO ARMADO	ACERO CORROSIONADO	$f_y = 270 \text{ kg/cm}^2$
RECURRIMIENTO	ACERO CORROSIONADO	$f_y = 270 \text{ kg/cm}^2$
ACERO ESTRUCTURAL	- PERFILES PLANCIAS	A.S.T.M. A-36 $F_y = 2500 \text{ kg/cm}^2$
- PERNOS Y CONECTORES	- SOLDADURA	A.S.T.M. A-325 ELECTRODO EPOXI
PINTURA	DE MANOS ESMALTE EPOXI DO 5	4.0 mts
ADITIVO	- IMPERMEABILIZANTE CEMEX 1	1 UG. 100 1/2 gl = 100 CEMENTO

DETALLE DE ANLAJE DE VARILLAS HILTI
ESCALA: 1/20



FIXADOR	DIAMETRO DEL ANCLAJE	EMPROTAMIENTO ESTANDAR (*)	BRUCA HILTI RECOMENDADA	CAPACIDAD DE ADHESION ULTIMA EN TRACCION $f_u = 175 \text{ kg/cm}^2$ (Tn)
VARILLA 3 HIT, MAS, HAS SUPER O HAS SS	ø3/8" ø1/2" ø3/8"	3-1/2" 4-1/4" 3"	TE-C7 7/8" x 8" TE-C7 5/8" x 12" TE-C11 1/8" x 12"	3,23 4,84 7,47
CABILLA (MUELTA CORRUELO)	ø3 or ø3/8" ø4 or ø1/2" ø5 or ø5/8"	3-1/2" 4" 3"	TE-C7 7/8" x 8" TE-C7 5/8" x 8" TE-C7 3/4" x 8"	2,85 4,28 6,17

- (*) NOTA:
- EL DIAMETRO DE LA BRUCA PUEDE VARIAR SEGUN TOLERANCIA DE LA CABILLA
 - USE LA BRUCA PRACTICA MAS PEQUEÑA PARA CADA TAMAÑO DE CABILLA
 - EL PROFUNDIDAD DE EMPROTAMIENTO NO INCLUYE EL TARRADO, FALSO PISO, REFORZAMIENTOS, ETC.
 - EL CONCRETO DEBE ENCONTRAR EN BUENAS CONDICIONES SIN CARAFREÑAS Y SEGUN LO REQUIERA LA SUPERVISEN SE HARA UN ENSAYO DE RESISTENCIA IN SITU CON ESCLEOMETRO.

Telefónica
Móviles



APROBACIONES

TELEFONICA I

ICA : ING. FERNANDO FERNANDEZ

PROYECTO 1 HUASTA

REVIZ: ING. JAMES ARRIEZA

REVISADO POR: REVISADO

1	EDU/EDF	31/07/99
2	TEL/FONICA/DEF	14/08/99
3	TR/ARF	12/08/99
4	TR/ARF	23/08/99

LA INFORMACION CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE ICA Y SU REPRODUCCION SIN AUTORIZACION ES PROHIBIDA

UBICACION

CERCADO DE HUASTA JR. CHAVEZ CAVALLAN 289 HUASTA - ATACUCHI

ESPECIALISTAS ESTRUCTURAS

PROFESIONALES ING. FERNANDO FERNANDEZ CR 2802

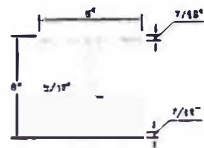
PLANO: VIGAS DE SOPORTE ESPECIFICACIONES TECNICAS DETALLES VARIOS

NUMERO DE LAMINA

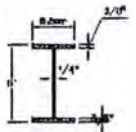
E1

ESCALA: INFECA
FECHA: SETIEMBRE 2005

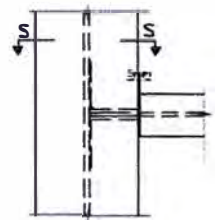
CORTE X-X
ESCALA: 1/20



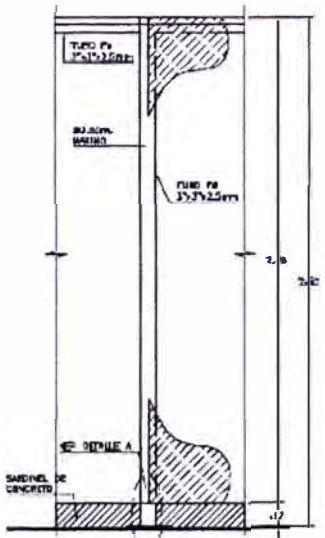
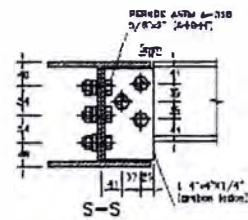
SECCION VIGAS
W8"x31 lb/ft
ESCALA 1/10



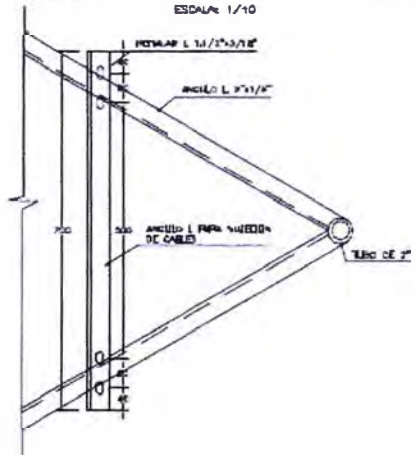
SECCION VIGAS
S6"x12.5 lb/ft
ESCALA 1/10



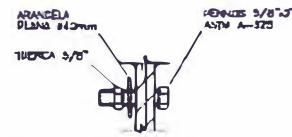
DETALLE DE CONEXION SIMPLE
ENTRE VIGAS W8"x31 Y S6"x12.5
ESCALA 1/10



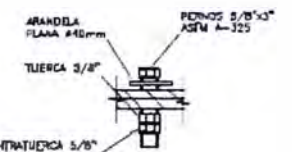
CONFINAMIENTO DRYWALL
ESCALA 1/25



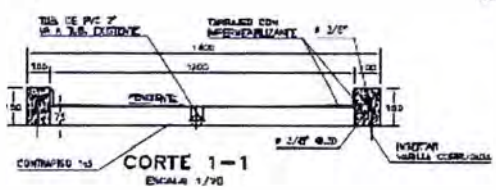
DETALLE DE ESCALERILLA RACK V
ESCALA 1/10



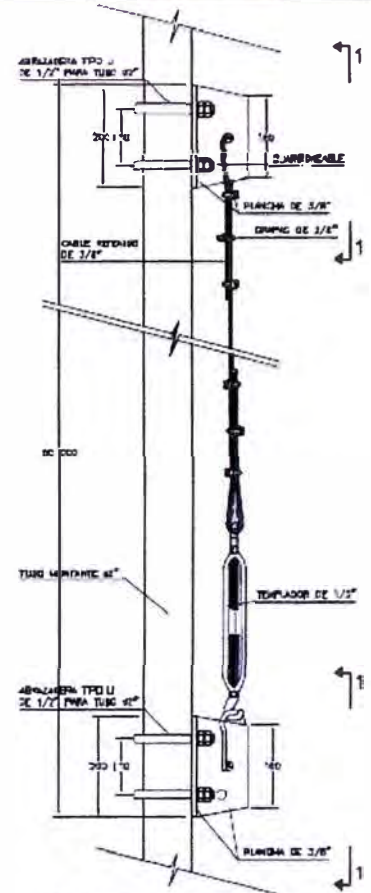
EN CONEXION DE VIGAS
ESCALA 1/10



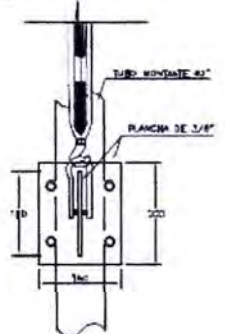
EN APOYO DE ACERO
ESCALA 1/10



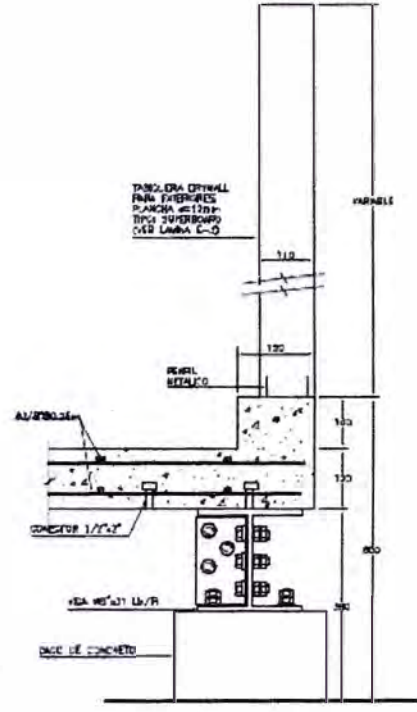
CORTE 1-1
ESCALA 1/10



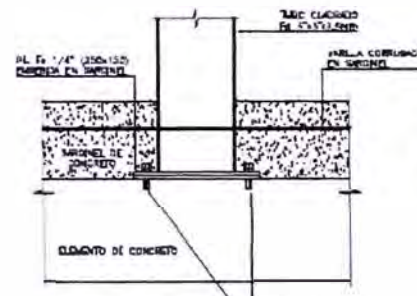
DETALLE DE ANCLAJE DE LINEA DE VIDA
ESCALA 1/10



ELEVACION 1-1
ESCALA 1/10



DETALLE SARDINEL
ESCALA 1/10



DETALLE A
ESCALA 1/10

Telefónica
Móviles

ICA
Ingeniería Civil y Más S.A.

APROBACIONES
TELEFONIA I

ICA : ING. FERNANDO FERNANDEZ

PROYECTO : HUANTA

REVIZ : ING. JAMES ANCHIZ

REVISADO POR: [] REVISAL

1) EN/DEF 01/07/09

2) TELEFONIA/DEF 19/08/09

3) JH/DEF 07/08/09

4) TH/DEF 23/08/09

LA INFORMACION CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE ICA Y SU REPRODUCCION SIN AUTORIZACION ESTA ESTRUCTURAMENTE PROHIBIDA

UBICACION

SERCADO DE HUANTA
JR. CHAVEZ DAVILA N 280
HUANTA - AYACUCHO

ESPECIALIDAD:
ESTRUCTURAS

PROFESIONAL
ING. FERNANDO FERNANDEZ
C.R. 49205

PLANO:
DETALLES VARIOS

NUMERO DE LAMINA
E2

ESCALA:
INICIAL

FECHA:
SEPTIEMBRE 2005

REVISADO POR: INGENIERO

REVISADO POR:	FECHA:
1. ICA/ICF	07/07/05
2. TELERONCA/ICF	10/08/05
3. TEL/ICF	07/08/05
4. TEL/ICF	12/08/05
5. TEL/ICF	20/08/05
6. TEL/ICF	22/08/05

LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE ICA Y SU REPRODUCCIÓN SIN AUTORIZACIÓN ESTÁ ESTRICTAMENTE PROHIBIDA

UBICACIÓN:
CERCADO DE HUANTA
CALLE GARCÍA CAVILAN 289
HUANTA - AYACUCHO

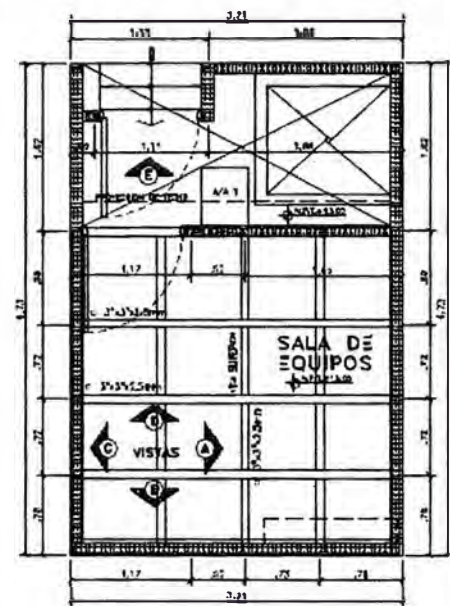
Especialista:
ESTRUCTURAS

PROFESIONAL:
ING. FERNANDO FERNÁNDEZ
CPI 58002

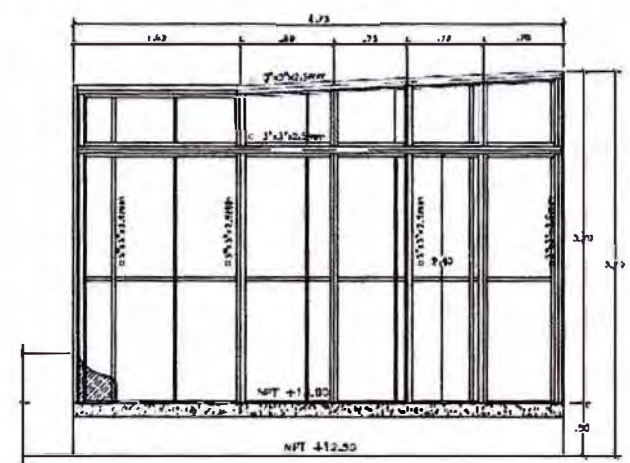
PLANO:
VISTAS
FIJACION DE DRYWALL

NÚMERO DE LAMINA:
E3

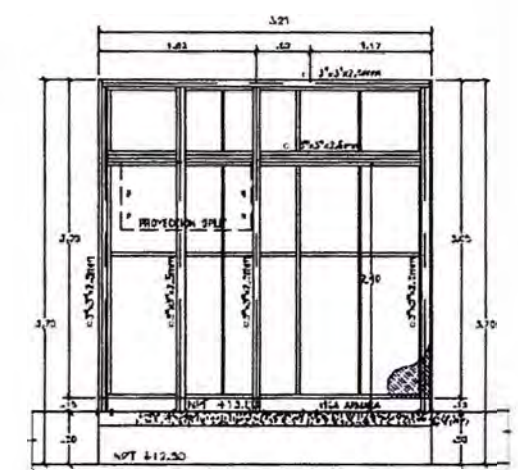
ESCALA:
INMEDIATA
FECHA:
DICIEMBRE 2005



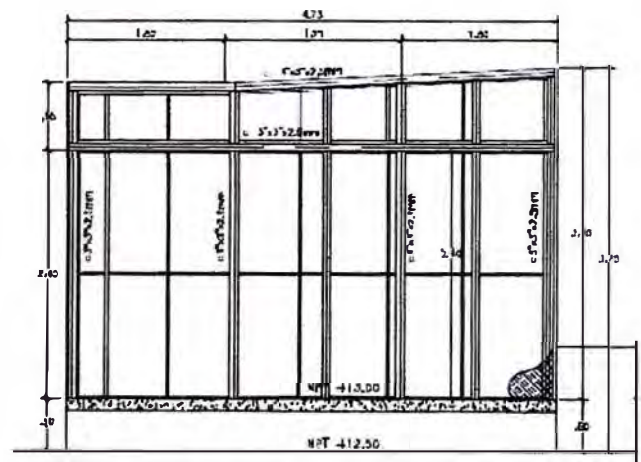
PLANTA
ESCALA 1/50



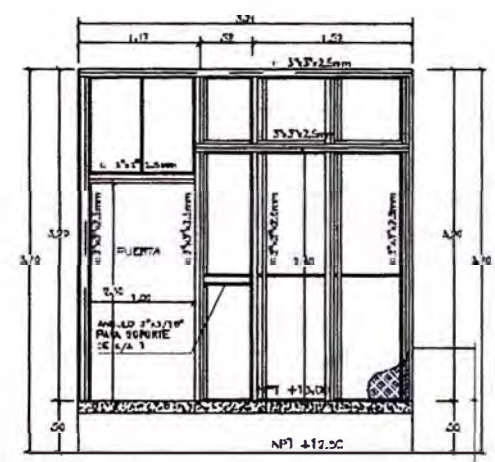
VISTA A: FIJACION DE DRYWALL EN SARDINEL
ESCALA 1/50



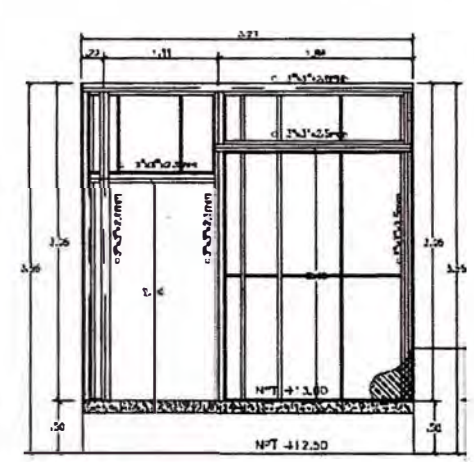
VISTA B: FIJACION DE DRYWALL EN MURO EXISTENTE
ESCALA 1/50



VISTA C: FIJACION DE DRYWALL EN PISO NUEVO
ESCALA 1/50



VISTA D: FIJACION DE DRYWALL EN PUERTA
ESCALA 1/50



VISTA E: FIJACION DE DRYWALL EN INGRESO
ESCALA 1/50

APROBACIONES

TELEFÓNICA I

ICA - NO. FIRMADO FERNANDEZ

PROYECTO I PLANJA

REV. NO. ANEXO I/ANEXO

REVISADO POR:	FECHA:
1. JLV/DF	01/01/05
2. TELEFÓNICA/DF	15/08/05
3. Td/AF	27/03/05
4. Td/MEI	20/01/05
5. Td/MEI	23/01/05

LA INFORMACION CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE ICA Y SU REPRODUCCION ESTA Estrictamente Prohibida

UBICACION
CERCADO DE RUJANTA
JR. CHAVEZ CAVILAN 255
RUJANTA - ATACAMA

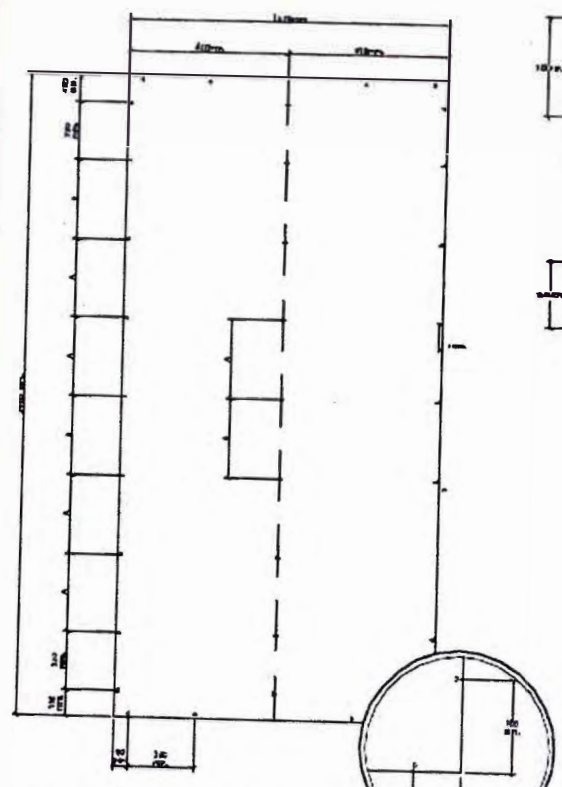
ESPECIALIDAD:
ESTRUCTURAS

PROFESIONAL:
ING. FERNANDO FERNANDEZ
CIP 31002

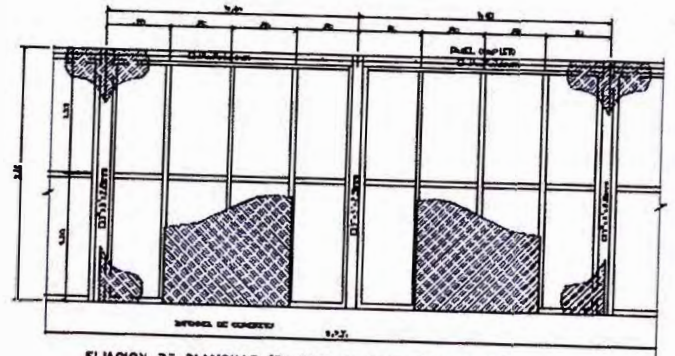
PLANTA:
TIPO-LEMA
PREFABRICADA
DETALLES VARIOS

NUMERO DE LAMINA
E5

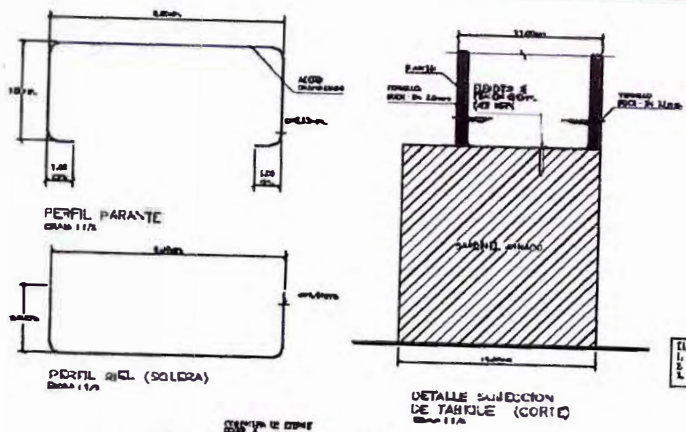
COPIA: INERICA
FECHA: SETEMBRE 2005



DETALLE FIJACIONES: PLANCHAS / BASTIDOR (*)
(*) LA PLANCHAS DEBE FIJARSE EN TODOS SUS PERIMETROS



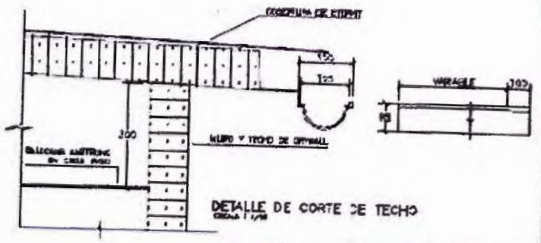
FIJACION DE PLANCHAS (Bastidor de Acero Galvanizado)
Plancha de Plancha de 12mm (Fuerza de tensión controlada)



PERFIL PARANTE
SEMA 1 1/2

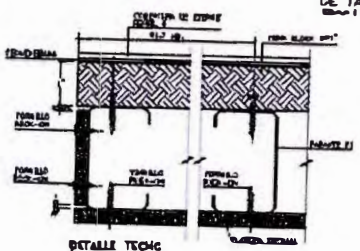
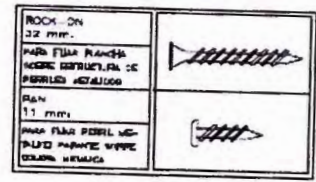
PERFIL DE AL. (SOLDERA)
SEMA 1 1/2

DETALLE SELECCION DE TABIQUE (CORTE)
SEMA 1 1/2

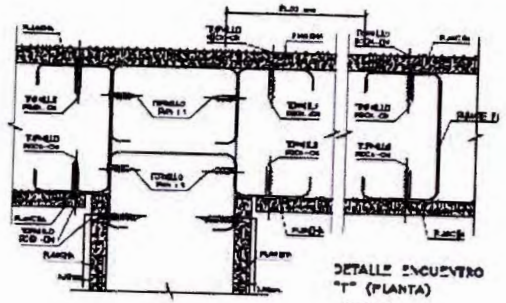


DETALLE DE CORTE DE TECHO
SEMA 1 1/2

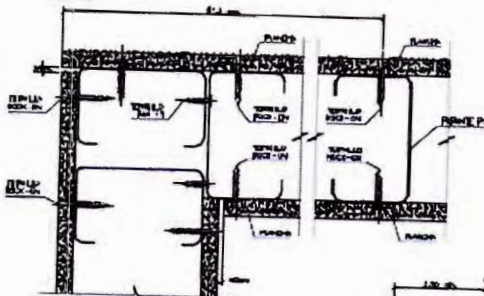
ELEMENTOS DE PLACA
1. CLAVO DE FIBRA DE POLIESTER
2. TIRAS DE CEMENTO
3. TIRAS DE TUBOS DE PLUM



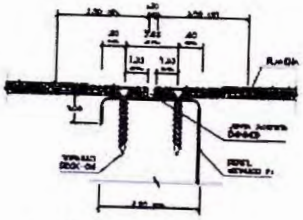
DETALLE TECHO (CORTE)
SEMA 1 1/2



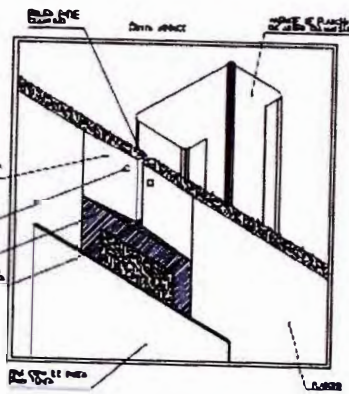
DETALLE ENCUENTRO "T" (PLANTA)
SEMA 1 1/2



DETALLE ESCUINA (PLANTA)
SEMA 1 1/2

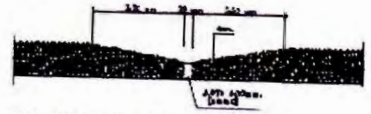


DETALLE JUNTA CON PERFIL METALICO
SEMA 1 1/2



ANATOMIA DE JUNTA (INVISIBLE) (*)
CARA EXTERIOR Y INTERIOR
(*) SEMA

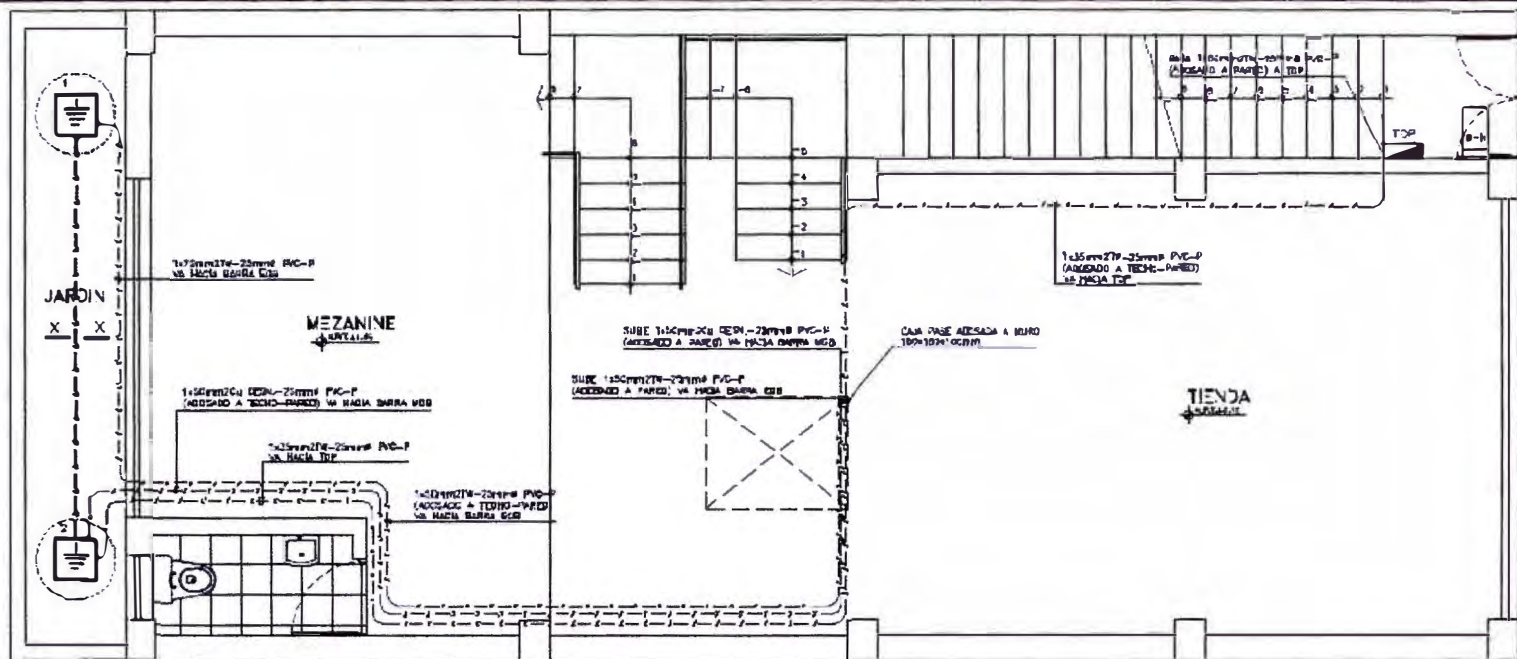
NOTA:
1. ANTES DE LA EJECUCION DE LA PLANTA LA ZONA DEBE ESTAR LIBRE DE OBSTACULOS Y DE ELEMENTOS QUE PUEDAN OBSTACULIZAR EL PASO DE LA PLANTA.
2. VERIFICAR LA LINEA DE CORTADO



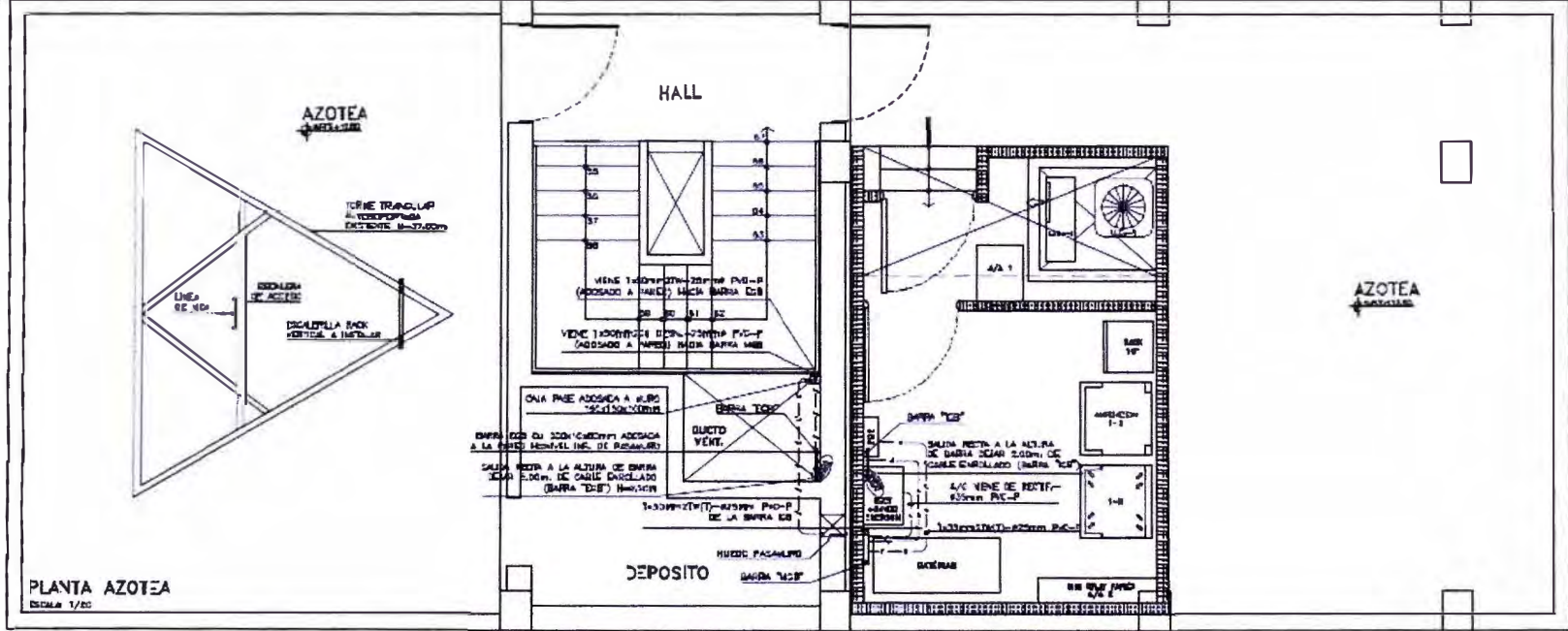
PLANCHAS 12mm. (TIPO SUPERBOARD)
SEMA 1 1/2

TIPO	A
CLAVO GALV.	130
TORNILLO	500

NOTA:
1. VERIFICAR LA LINEA DE CORTADO ANTES DE LA EJECUCION DE LA PLANTA.
2. VERIFICAR LA LINEA DE CORTADO



PLANTA PRIMER PISO
ESCALA 1/30



PLANTA AZOTEA
ESCALA 1/30



APROBACIONES

TELEFONICA I

ICA : Sr. GERARDO FERRAZ

PROYECTO I BLANDA

REV. ING. JIMMY MENEZ

REVISADO POR: FECHA

1	ED/EDF	01/07/05
2	TELEFONICA/EDF	10/08/05
3	TELEFONICA/NOI	26/01/05
4	TELEFONICA/NOI	12/01/05

LA INFORMACION CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE ICA Y SU REPRODUCCION ESTA ESCRUPULOSAMENTE PROHIBIDA

UBICACION

CERCADO DE HUANTA
JR. CHAVEZ GAVILAN 288
HUANTA - AYACUCHO

ESPECIALIDAD:
INSTALACIONES ELECTRICAS

PROFESIONAL:
ING. ALBERTO GONZALEZ
(P. 3541)

PLANO:
SISTEMA A TIERRA
PLANTA PRIMER PISO
PLANTA AZOTEA

NUMERO DE LAMINA

IE2

FECHA:
INICIO: SETIEMBRE 2005

1	ICA/CF	31/01/03
2	TELEFÓNICA/CF	10/05/03
3	TELEFÓNICA/ND	20/01/02
4	TELEFÓNICA/ND	21/08/02

LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE ICA Y SU REPRODUCCIÓN ESTA ESTRICTAMENTE PROHIBIDA

UBICACION

CERCAO DE HUANTA
JR. CHAVEZ CAVILAN 280
HUANTA - AYACUCHO

EJECUTOR:
INSTALACIONES ELECTRICAS

PROFESIONAL:
ING. ALBERTO OLIVERO
C.P. 3941

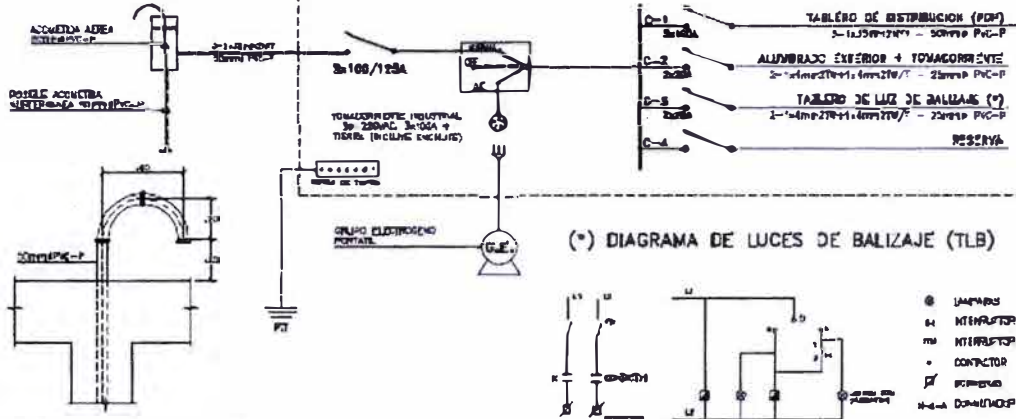
PLANO:
DIAGRAMA UNIFILAR
ESPECIFICACIONES TECNICAS
DETALLES VARIOS

NUMERO DE LAMINA

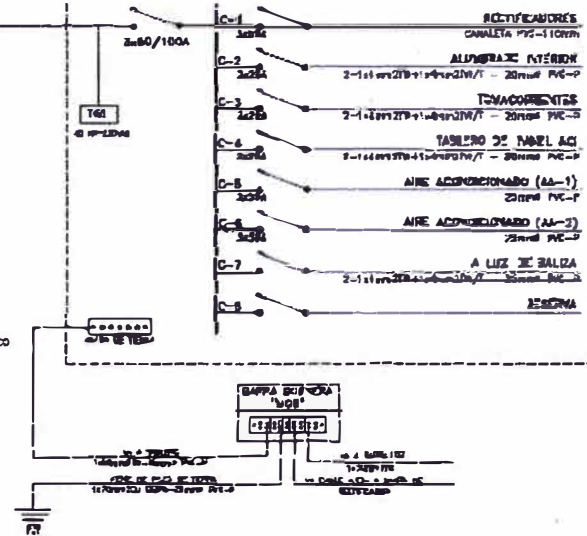
IE4

ESCALA: INICIAL
FECHA: SETIEMBRE 2003

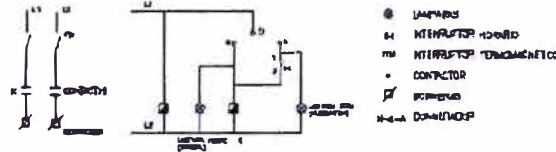
TDP-TABLERO DE DISTRIBUCION
3φ - 220VAC



TABLERO DE DISTRIBUCION "PDP"
3φ - 220VAC



(*) DIAGRAMA DE LUCES DE BALIZAJE (TLB)



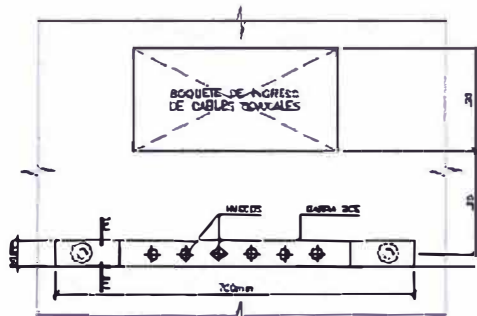
DETALLE ACOMETIDA AEREA DE ENERGIA

NOTAS GENERALES	
1.0 ALIMENTACIONES CANAL TUBERIAS	
1.1	TODAS LAS TUBERIAS DEBEN RECIBIR UN SEA POR TENDIDO NATURAL SIN PROTECCION CON UN CABLE DE COBRE.
1.2	DEBEN PONERSE TAPA ODEA METALICA A TODAS LAS CANAL.
1.3	LAS TUBERIAS SERAN DE PLASTICO PVC DE CLASE PESADA CON TUBO MANDO Y TENDRA SUS BORNES CON CONECTORES O TERMINALES PVC.
1.4	NO SE PERMITEN EMPUNES ENTRE CABLE Y CABLE NI EN EL RECORRIDO DE ALIMENTACION Y CONDUCTOS ESPECIALES.
1.5	TODOS LOS CONDUCTORES PARA LUCES DE BALIZAJE SERAN CABLE VULCANIZADO Y LAS OTROS BORNES INDICADOS CON CABLE ABUMENTO TERMOPLASTICO TIPO BOND O CEREN.
1.6	LOS ALIMENTADORES PRINCIPALES SERAN TIPO INGENIERO O COBRE.
2.0 TABLEROS ELECTRICOS	
2.1	ALZADOR POSTERIOR DE RESIN BOND OLS 14.
2.2	SEMA METALICO PLANCHA 1/16" PUNTE M-088.
2.3	LA CONTRAPES DEBEN PRESENTAR PROMINENTE LOS PLANOS DE FABRICACION DE LOS TABLEROS A LA INFERIOR PARA SU APROBACION Y EJECUCION.
2.4	LOS TABLEROS TENDRAN SOPORTE METALICO PARA EL DRENAJE.
2.5	SE SERALIA EL TABLERO Y LOS CONDUCTOS DEL MODO.
2.6	LLEVARAN BARRA DE TIERRA Y BARRAS DE DISTRIBUCION PUNTO SEGUN NORMA.
2.7	EL TABLERO SERA A PRUEBA VANDALISMO Y DE LLUVIA LOS CONTROLES DE LUCES DE BALIZAJE ESTARAN EN EL MANO INTERIOR DEL TABLERO.
3.0 SISTEMA DE TIERRA	
3.1	APLICAR UNA CORONA CLAVES RED-SEL POR M3 DE TIERRA EN PUNTO Y 18 CM EN ZANJAS DE INTERCONEXION.
3.2	LAS PLANTAS CONECTORES SON LAS DEL TIPO CORRE ELECTRICAS.
3.3	LAS MEDICIONES DEL SISTEMA DE TIERRA SERAN: a) MALLA BARRA O CABLE
3.4	TODO EL CABLE A UTILIZAR ES DE 1.70mm ² Cu. DEBA ESTAR DE ACUERDO A LOS PLANOS, ESPECIFICACIONES TECNICAS VER DETALLES TENDRA Y DIMENSIONES DE CABLES EN PLANOS.
3.5	EN EL TRATAMIENTO RESPECTO A LAS ZANJAS CON SAL ELECTROLITICA DE ACUERDO A LAS MEDICIONES DEL PUNTO.
3.6	TODAS LAS CONDICIONES DE CABLES CON TERMINALES Y BARRAS DE TIERRA DEBERAN ADECUARSE EN CASO CONDUCTORES AMPLIANTES.
4.0 LUCES DE BALIZAJE	
4.1	SERAN DEL TIPO RESISTENTE CON VORIO ROJO DE PROTECCION DEL TIPO CANAL (CON UNIFORME).
4.2	LA LAMPARA TENDRA UNA ALTURA MINIMA DE 20CM SIENDO LA LAMPARA DEL TIPO LUZ HALOGENA DE LARGA VIDA UTIL. ASIMISMO TENDRA UN GRADO DE PROTECCION IP 56 DE FUNCIONAMIENTO CONTINUO Y CON REGULACION ELECTRONICA DEBERA DAR 40 DESTELLOS COMO MINIMO, POR MINUTO LA LUZ DE BALIZAJE PUEDE SER DE 170V O 220 VAC.
5.0 PARRAYOS	
5.1	SERAN DE ACERO INOXIDABLE CONTAR CON UN DISPOSITIVO DE CERRADO.

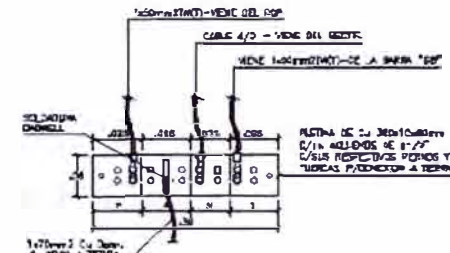
CUADRO DE CARGAS DE TELEFONICA MOVILES

SERVICIO	P.L.(K.w)	F.D.	P.V.(K.w.)
AIRE ACONDICIONADO (ZUNDA)	14.00	0.50	7.00
RECTIFICADOR	11.50	1.00	11.50
ALUMBRADO	0.50	1.00	0.50
TOMACORRIENTES	0.72	0.30	0.22
PANEL INTELIGENTE	0.20	1.00	0.20
TOTAL	26.72		19.22

CARGA A SOLICITAR AL CONCESIONAR 20.00KW



ELEVACION DETALLE DE BARRA DE TIERRA EGB (Vista Exterior)
(A SER PROYECTO POR INSTALADOR DE EQUIPO)



DETALLE DE BARRA BORNERA MGB
ESCALA 1/10

