

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

DISEÑO DE UN PLAN PARA LA REINSTALACIÓN DE EQUIPOS GSM EN UNA NUEVA ESTRUCTURA DE SOPORTE Y MIGRACIÓN HACIA TECNOLOGÍA UMTS EN LA RADIOBASE SAN FRANCISCO MBO, EDO. ZULIA

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela
por la Br. Cartaya R., Valentina I.
para optar al título de
Ingeniero Electricista

Caracas, 2010

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

**DISEÑO DE UN PLAN PARA LA REINSTALACIÓN DE
EQUIPOS GSM EN UNA NUEVA ESTRUCTURA DE SOPORTE
Y MIGRACIÓN HACIA TECNOLOGÍA UMTS EN LA
RADIOBASE SAN FRANCISCO MBO, EDO. ZULIA**

Prof. Guía: Carolina Regoli

Tutor Industrial: María Alelí Fernández

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela
por la Br. Cartaya R., Valentina I.
para optar al título de
Ingeniero Electricista

Caracas, 2010

CONSTANCIA DE APROBACIÓN

Caracas, 05 de mayo de 2010

Los abajo firmantes, miembros del Jurado designado por el Consejo de Escuela de Ingeniería Eléctrica, para evaluar el Trabajo Especial de Grado presentado por la Bachiller Valentina I. Cartaya R., titulado:

“DISEÑO DE UN PLAN PARA LA REINSTALACIÓN DE EQUIPOS GSM EN UNA NUEVA ESTRUCTURA DE SOPORTE Y MIGRACIÓN HACIA TECNOLOGÍA UMTS EN LA RADIOBASE SAN FRANCISCO MBO, EDO. ZULIA”

Consideran que el mismo cumple con los requisitos exigidos por el plan de estudios conducente al Título de Ingeniero Electricista en la mención de Comunicaciones, y sin que ello signifique que se hacen solidarios con las ideas expuestas por el autor, lo declaran APROBADO.

Prof. Luis Fernández
Jurado

Prof. William Jota
Jurado

Prof. Carolina Regoli
Prof. Guía

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi hijo Diego por ser siempre mi motivo y por recordarme siempre cual es mi Norte, a mi madre por formarme, cuidarme, educarme, mimarme y reprenderme cuando es necesario, a mi padre, a mis hermanos, a mi familia.

RECONOCIMIENTOS Y AGRADECIMIENTOS

A Dios y a la Virgen de Guadalupe por ponerme en este camino, a mi madre María Antonieta por sus oraciones y por el apoyo incondicional. A mi hijo Diego por ser una fuente inagotable de sonrisas en los momentos más difíciles. A mi padre Marcelo por el ejemplo de empeño y trabajo. A mi hermana Estefanía por ser ella y punto.

A mis amigos y compañeros de banquitos azules, Leopoldo Vásquez, Alexis Montilva, Dionel Vecchini, Juan Rodríguez, Carmenluisa Cabello y Jahaziel Menegatti, gracias por hacer de esos pasillos algo inolvidable!!!. Quiero agradecer especialmente a Adolfo García, Jorge Cadavid y a Tomás Zambrano por su ayuda en la elaboración de este proyecto, ¡uds. son de Oro muchachos!

A mis compañeros de Ericsson del departamento de ingeniería por tratarme como a una más del equipo desde el primer día y por toda la colaboración prestada durante estos meses.

A mi tutora María Alelí por toda la alegría y el apoyo brindado durante estos meses.

A la Prof. Carolina Regoli por toda su ayuda en el desarrollo de este trabajo y por continuar haciéndolo a pesar de la distancia, ¡muchísimas gracias!

Cartaya R., Valentina I.

**DISEÑO DE UN PLAN PARA LA REINSTALACIÓN DE EQUIPOS
GSM EN UNA NUEVA ESTRUCTURA DE SOPORTE Y
MIGRACIÓN HACIA TECNOLOGÍA UMTS EN LA RADIOBASE
SAN FRANCISCO MBO, EDO. ZULIA**

**Prof. Guía: Carolina Regoli. Tutor Industrial: Ing. María Alelí Fernández.
Tesis. Caracas. U.C.V. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Eléctrica.
Ingeniero Electricista. Opción: Comunicaciones. Institución: C.A. Ericsson.
2010. 81 h. + anexos.**

Palabras Claves: Instalación de Nodo B; UMTS; 3G; GSM; Red de Acceso; Radio base

Resumen. Se diseñó un plan para la instalación de equipos UMTS y GSM en una nueva estructura de soporte en la radio base San Francisco Mbo para ello se estudiaron las tecnologías existentes en el sitio y se realizó una inspección de campo, luego se estudiaron los equipos a instalar y se hizo la propuesta de ingeniería de sitio. Posteriormente se llevó a cabo el desarrollo del diseño para que la instalación de los nuevos equipos no altere el funcionamiento de la radio base, para lo cual se plantea una ventana de mantenimiento para la puesta en servicio de los equipos GSM instalados. Debido a retrasos en la construcción de la torre, se aplicó el plan diseñado en la instalación de equipos UMTS en otra estación radio base de nombre Cardón la cual tiene una configuración similar a la radio base que estaba en estudio originalmente y que también requería la instalación de equipos en una nueva estructura de soporte. A pesar de que originalmente se definió elaborar la propuesta para el sitio San Francisco MBO y terminó de aplicarse en el sitio Cardón, se pudo comprobar que los lineamientos y consideraciones definidas para la elaboración de la misma son aplicables para cualquier estación en donde sea necesaria realizar la instalación de los equipos en una nueva estructura de soporte. Con el plan diseñado se logra simplificar los procesos en el momento de la instalación ya que unifica y resume en un mismo documento el flujo de trabajo necesario para que la instalación se lleve a cabo eficaz y eficientemente.

ÍNDICE GENERAL

	Pag.
CONSTANCIA DE APROBACIÓN.....	iii
DEDICATORIA	iv
RECONOCIMIENTOS Y AGRADECIMIENTOS	v
ÍNDICE GENERAL	vii
LISTA DE TABLAS	x
LISTA DE FIGURAS.....	xi
LISTA DE ACRONIMOS	xiii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	2
ASPECTOS GENERALES	2
Planteamiento del Problema.....	2
Justificación.....	3
Objetivo General	3
Objetivos Específicos.....	3
Metodología	4
CAPÍTULO II.....	6
MARCO REFERENCIAL.....	6
Ericsson.....	6
Reseña Histórica.....	6
Estructura Operacional.....	6
Proyecto de Ingeniería.....	7
Negociación y Análisis del Proyecto	7
Ingeniería de sitio.....	7
Instalación	9
Integración.....	9
Aceptación.....	9

Ingeniería Final	9
Técnicas de Acceso	10
Acceso Múltiple por División de Frecuencia (FDMA)	10
Acceso Múltiple por División del Tiempo (TDMA)	11
Acceso Múltiple por división de Código (CDMA).....	11
Sistema Global para Comunicaciones Móviles (GSM)	12
Subsistema de Estaciones Base (BSS)	13
Subsistema de Conmutación de la Red (NSS)	14
Red Central GPRS	14
Sistema de Operación y Soporte (OSS)	14
UMTS.....	16
Acceso Múltiple por División de Código de Banda Ancha (WCDMA).....	16
Equipo de Usuario UE:	16
Red de Acceso AN:.....	17
Red Central CN:.....	17
Redes Externas:.....	17
Red de Acceso de UMTS o Radio Access Network (RAN).....	19
Proyecto UMTS Movilnet.....	20
Unidad Principal MU	21
Unidad de Radio Remota RRU	23
Sistema Radiante.....	24
Amplificador Instalado en Torre TMA (Tower Mounted Amplifier).....	25
CAPÍTULO III	27
DESARROLLO DEL DISEÑO	27
Procesos previos al Diseño del Plan de instalación:	27
Propuesta de Ingeniería de sitio Preliminar RBS San Francisco MBO	29
Infraestructura:	29
Energía:	31
Sistema radiante:	31
Aterramiento:	32

Diseño del Plan de Instalación de UMTS	35
1° Ingeniería Preliminar:	35
2° Obras Civiles:	36
3° Chequeo de materiales:.....	36
4° Instalación de la MU	36
5° Instalación de Antenas.....	37
6° Instalación de RRUs.....	38
7° Integración	39
8° Aceptación.....	39
Diseño del Plan de Instalación de GSM.....	39
1° Ingeniería Preliminar	40
2° Obras Civiles	40
3° Chequeo de materiales.....	41
4° Instalar Sistema Radiante GSM.....	41
5° Ventana de Mantenimiento.....	41
6° Aceptación	42
7° Desinstalar Equipos	42
Aplicación del Plan de instalación diseñado.....	43
Propuesta de Ingeniería de sitio Preliminar RBS Cardón	44
Infraestructura:	44
Energía:	45
Sistema radiante:	46
Aterramiento:	47
CAPÍTULO IV	50
RESULTADOS DE LA INSTALACIÓN	50
ANÁLISIS DE RESULTADOS	61
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	62
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	64
BIBLIOGRAFÍA	66
ANEXOS	67

LISTA DE TABLAS

Tabla	Pág.
1. Especificaciones Técnicas de la MU 3418.....	22
2. Especificaciones Técnicas de RRU.....	24
3. Configuración de Antenas propuesta en San Francisco MBO.....	31
4. Configuración de Antenas propuesta en Cardón.....	46

LISTA DE FIGURAS

Figura	Pág.
1. Estructura operacional de Ericsson.....	6
2. Frequency Division Multiple Access (FDMA).....	10
3. Time Division Multiple Access (TDMA).....	11
4. Code Division Multiple Access (CDMA).....	12
5. Arquitectura de red GSM.....	13
6. Interoperabilidad de sistemas WCDMA con sistemas GSM.....	18
7. Arquitectura de red de acceso UMTS.....	19
8. Configuración estrella tipo Main Remote RBS 3418.....	21
9. Unidad Principal o Main Unit (MU).....	22
10. Unidad de Radio Remota o Radio Remote Unit (RRU).....	23
11. Instalación de RRUs en mástil.....	23
12. Antena Dual Band Multiport Mod. TBXLHA-6565C-VTM.....	25
13. Tower Mounted Amplifier (TMA).....	26
14. Esquema de conexiones entre MU, RRU y antena.....	28
15. Vista de planta propuesta RBS San Francisco MBO.....	33
16. Alzado de torre propuesto RBS San Francisco MBO.....	34
17. Flujo de trabajo para implementación de UMTS.....	35
18. Flujo de trabajo para instalación de la MU.....	37
19. Flujo de trabajo para la instalación de las antenas.....	38
20. Flujo de trabajo para la instalación de RRU.....	38
21. Flujo de trabajo para instalación de equipos GSM.....	40
22. Vista de planta propuesta RBS Cardón.....	48
23. Alzado de torre propuesto RBS Cardón.....	49
24. Vista general de la radio base Cardón.....	50

25. Vista general del Shelter.....	51
26. Vista general de las torres.....	51
27. Vista general del rack instalado.....	52
28. Main Unit instalada.....	52
29. Breackers instalados para alimentar las RRUs.....	53
30. Recorrido de fibra óptica dentro del Shelter.....	53
31. Recorrido de fibra óptica dentro del Shelter.....	54
32. Recorrido de energía y fibra óptica dentro del Shelter.....	54
33. Ventana Pasaguías interior.....	55
34. Ventana Pasaguías exterior.....	55
35. Recorrido de energía y fibra óptica en escalerilla horizontal.....	56
36. Recorrido de energía y fibra óptica hacia la nueva torre.....	56
37. Caja de paso instalada para fibra óptica.....	57
38. Caja de paso instalada para energía.....	57
39. Recorrido de energía y fibra óptica sujeto con grapas.....	58
40. Recorrido vertical de energía y fibra óptica.....	58
41. Grapas de 10mm para sujetar cableado vertical.....	59
42. Sistema radiante instalado.....	59
43. RRU instalada.....	60
44. Detalle de conexiones de RRU.....	60
45. Antena instalada.....	60

LISTA DE ACRONIMOS

2G	2nd Generation
3G	Third Generation
3GPP	3rd Generation Partnership Project
AN	Access Network
ATP	Acceptance Test Protocol
AUC	Authentication Center
AWG	American Wire Gauge
BSS	Base Station Subsystem
BTS	Base Transceiver Station
CDMA	Code Division Multiple Access
CN	Core Network
EIR	Equipment Identity Register
GPRS	General Packet Radio Service
GPS	Global Positioning System
GSM	Global System for Mobile Communications
HLR	Home Location Register
LAN	Local Area Network
MDR	Material Delivery Request
MSC	Mobile Switching Center
MU	Main Unit
MUSAM	Market Unit South America
NRO	Network Roll Out
NSS	Network Switching Subsystem
OSS	Operations Support System
PSTN	Public Switched Telephone Network
RAN	Radio Access Network

RBS	Radio Base Station
RIC	Remote Integration Center
RLP	Reporte de Levantamiento Previo
RNC	Radio Network Controller
RRU	Radio Remote Unit
SID	Site Installation Documentation
SIM	Subscriber Identity Module
SPAT	Sistema de Puesta a Tierra
TGB	Telecommunications Grounding Busbar
TMA	Tower Mounted Amplifier
UE	User Equipment
UMTS	Universal Mobile Telecommunication System
VLR	Visitor Location Register
WCDMA	Wideband Code Division Multiple Access

INTRODUCCIÓN

Una de las propuestas de sistemas de telecomunicaciones de tercera generación es el Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles (UMTS) *Universal Mobile Telecommunication System*, que pretende ofrecer una tasa de datos más flexible, una mayor capacidad, y muchos más servicios que los sistemas móviles de segunda generación actuales. En el crecimiento que tienen actualmente las redes de banda ancha inalámbrica, Ericsson se encuentra desarrollando una solución para implementar la red de acceso UMTS de Movilnet en el Proyecto Red UMTS Movilnet. Para esto es necesario instalar equipos y antenas adicionales; en este proyecto se llevará a cabo la migración a UMTS en la radio base San Francisco Mbo Edo. Zulia, la cual requiere el cambio de la estructura de soporte ya que la torre que existe actualmente no está en capacidad de resistir adecuadamente la instalación de los equipos adicionales requeridos.

En el desarrollo de este proyecto se engloban todos los elementos necesarios para la elaboración de un plan que permita realizar el cambio de torre y la implementación de UMTS sin que se vea alterado el tráfico de la celda.

El trabajo está estructurado en capítulos que presentan los aspectos de interés para el diseño del plan propuesto. En el primer Capítulo se encuentran los aspectos generales del trabajo. En el Capítulo II se encuentra el Marco Referencial que contiene todas las bases teóricas necesarias para el diseño del plan así como información necesaria para la implementación de la red de acceso de UMTS. En el Capítulo III se presenta el desarrollo del Diseño del plan, los procesos previos asociados al diseño de la ingeniería del sitio y la aplicación del Plan en el cambio de torre de la radio base Cardón. Finalmente en el Capítulo IV se exponen los resultados obtenidos en la aplicación del plan propuesto y por último se presentan las conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES

Planteamiento del Problema

La RBS San Francisco Maracaibo tiene instaladas antenas de tecnologías GSM y CDMA, y se pretende instalar en la misma un Nodo B para implementar la red de Acceso del Proyecto Red UMTS Movilnet. En dicho sitio se hizo un Estudio de Cargas realizado por la empresa PRINCIVI en Maracaibo Edo. Zulia en febrero de 2008 [1], y según dicho estudio la torre no estaba en capacidad de resistir adecuadamente la instalación de los equipos adicionales requeridos, por lo tanto se recomendó construir una nueva ya que el costo es similar al de reforzar la torre actual y finalmente una torre nueva siempre tendrá mejor calidad de fabricación que una torre reforzada ya que la misma es fabricada en taller con los equipos adecuados, el refuerzo de una existente se hace en campo con las limitaciones físicas del sitio.

La BTS no puede quedar fuera de servicio en ningún momento, y Ericsson al tener el certificado ISO 9001 e ISO 14001 debe tener todos sus procesos estandarizados, muchas de las torres existentes en los sitios de Movilnet fueron construidas hace mucho tiempo y están actualmente en estado de deterioro, por lo tanto se hace necesario el “DISEÑO DE UN PLAN PARA LA REINSTALACIÓN DE EQUIPOS GSM EN UNA NUEVA ESTRUCTURA DE SOPORTE Y MIGRACIÓN HACIA TECNOLOGÍA UMTS EN LA RADIOBASE SAN FRANCISCO MBO, EDO. ZULIA” que permita que el proceso de instalación y migración sea terminado de manera exitosa y dentro de los límites de tiempo dispuestos para el mismo.

Justificación

En la actualidad en Venezuela se observa un crecimiento bastante significativo en las telecomunicaciones, lo que hace necesaria la implementación de redes de 3G (tercera generación). Los servicios que ofrecen las tecnologías 3G son básicamente: acceso a Internet, servicios de banda ancha, *roaming* internacional e interoperatividad. Pero fundamentalmente, estos sistemas permiten el desarrollo de entornos multimedia para la transmisión de vídeo e imágenes en tiempo real, fomentando la aparición de nuevas aplicaciones y servicios tales como telemedicina, telecontrol, videoconferencia o comercio electrónico con una velocidad máxima de 2 Mbps en condiciones óptimas, como por ejemplo en el entorno interior de edificios. Todas estas aplicaciones y servicios finalmente mejoran la calidad de vida de las personas; la infraestructura de las redes UMTS se soporta sobre una tecnología rentable que permite facilitar el acceso a las telecomunicaciones futuras a una mayor cantidad de personas, tanto en el mundo desarrollado como en los países en desarrollo.

Objetivo General

Diseñar un plan para la reinstalación de equipos GSM en una nueva estructura de soporte y Migración hacia tecnología UMTS en la radio base San Francisco Mbo, Edo. Zulia

Objetivos Específicos

- Analizar la ingeniería GSM y CDMA existente en el sitio.
- Investigar las tecnologías GSM, CDMA y UMTS involucradas en el proyecto.
- Realizar el levantamiento de datos en sitio y la ingeniería de sitio preliminar para la propuesta de UMTS.
- Analizar el proceso de instalación de los equipos y Elaborar un plan metodológico que permita que el proceso de instalación sea terminado de manera exitosa y dentro de los límites de tiempo dispuestos para el mismo.

- Aplicar el plan diseñado para la instalación de equipos de tecnología UMTS en la nueva torre.

Metodología

En el presente proyecto se recolectaron todos los datos necesarios para el diseño de un plan metodológico para la mudanza, estos datos fueron recopilados en el sitio de la Radio base San Francisco Mbo. Edo Zulia, y luego reflejados en un documento que fue utilizado en el momento de la instalación de los equipos de UMTS.

Luego de hacer el levantamiento de datos se hizo el diseño de ingeniería de sitio de la nueva torre, pero por motivos de retraso en la construcción de la misma, se aplicó el plan de instalación diseñado para los equipos UMTS en la radio base Cardón ya que la misma contaba con una ingeniería de sitio similar porque requería igualmente cambio de torre para la implementación de UMTS. Se dejó planteado el plan de instalación para los equipos de GSM que contempla una ventana de mantenimiento en la que se hará el cambio en los puertos de la RBS GSM dentro de la sala; una vez que los equipos estén operativos en la nueva torre se desmantelará la torre existente, escalerillas y demás accesorios.

El desarrollo del proyecto fue dividido en diferentes etapas descritas a continuación:

Etapas 1: Se hizo una investigación bibliográfica sobre las tecnologías involucradas en el proyecto, así como de la ingeniería existente en el sitio, dicho estudio se realizó a partir de documentación técnica, páginas Web.

Etapas 2: Se realizó un Levantamiento de Sitio para recolectar todos los datos necesarios para la instalación de los equipos. Para el Levantamiento de Sitio se contó con las herramientas necesarias, tales como GPS, brújula, altímetro, inclinómetro,

cinta métrica y cámara fotográfica digital. Una vez realizado el Levantamiento se inició el proceso de estudio de la ingeniería de sitio de la nueva torre y la propuesta de instalación de UMTS, todo esto con la supervisión de personal especializado en el tema.

Etapa 3: Se hizo un estudio de todos los requerimientos de los equipos a instalar para que su funcionamiento no se viera afectado durante el proceso. Así mismo se estudiaron todos los puntos que debían ser tomados en cuenta y se realizó el diseño del plan que se utilizó en la instalación de los equipos.

Etapa 4: Se aplicó el plan de instalación de equipos UMTS en la radio base Cardón ya que la misma tenía una ingeniería de sitio similar a la de San Francisco.

Etapa 5: Se evaluó el proceso de reinstalación y migración, con el fin de implementar este nuevo estándar para casos futuros similares y para finalizar esta etapa se redactó el informe final de Trabajo Especial de Grado.

CAPÍTULO II

MARCO REFERENCIAL

Ericsson

Reseña Histórica

Fue creada por Lars Magnus Ericsson el 01 de abril de 1876 en Estocolmo, Suecia, y llega a Venezuela en 1948 y fue desde el principio el mayor proveedor de equipos y servicios de telecomunicaciones en las teleoperadoras nacionales.

Estructura Operacional

La empresa tiene diferentes Regiones divididas según su ubicación geográfica, Venezuela entra en la Región de mercado de Latino América RLAM (*Region Latin America*). Este Proyecto se desarrolló en el departamento de ingeniería de la sub unidad de Despliegue de redes *Product Area Network Roll-Out* NRO, la cual es responsable de apoyar el desarrollo de negocios, marketing y ventas de servicios que aseguren la implementación oportuna, la aplicación y la integración de los nodos de acceso Ericsson entregados y las redes centrales. En la Figura 1 se puede observar el Organigrama del área de trabajo en la que se realizó el proyecto.

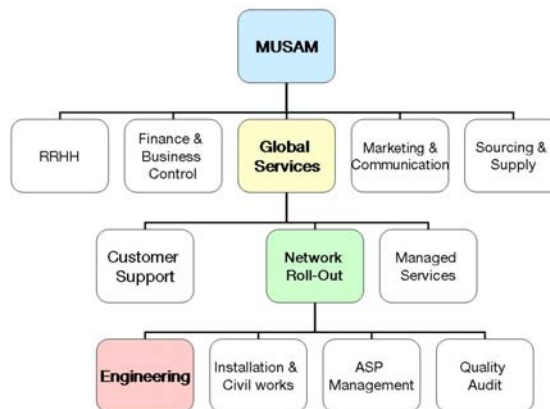


Figura 1: Estructura Operacional de Ericsson [2]

Proyecto de Ingeniería

Un proyecto de ingeniería engloba actividades y etapas previamente planificadas y coordinadas para un fin específico, tomando en cuenta los objetivos que se deseen cumplir en un tiempo determinado. En el caso de las telecomunicaciones, los proyectos de ingeniería tienen pasos definidos que si bien no garantizan el éxito del mismo, disminuyen los riesgos, inconvenientes o imprevistos en el desarrollo del proyecto. Hoy en día, la habilidad para implementar rápidamente un sistema es vital en el ambiente competitivo actual para posicionarse y para recuperar la inversión en forma acelerada. A grandes rasgos los pasos de un proyecto de ingeniería son: Negociación, Inspección de Campo, Ingeniería Preliminar, Implementación y finalmente la Ingeniería Final o *As-Built*.

Negociación y Análisis del Proyecto

Durante esta etapa las empresas contratista y Contratante definen los requerimientos de cada una según sus necesidades y acuerdan un cronograma de entregas y pagos según la magnitud del proyecto. La Fase de análisis del proyecto es la fase preparatoria en el modelo, antes de que se inicie formalmente el mismo. Se consideran todos los aspectos técnicos y organizacionales. Se identifican todos los recursos necesarios y la disponibilidad de los mismos, se define el alcance del proyecto y las estrategias para su ejecución, con ello se realizan estimaciones de tiempo y de costos definiendo las actividades principales

Ingeniería de sitio

Luego de la etapa de negociación quedan claros los requisitos del proyecto y sigue la fase de ingeniería de sitio en la cual se planea y documenta el diseño del sitio. El resultado es un conjunto de documentos e instrucciones para la instalación de los equipos asociados, incluyendo gabinetes, energía, aterramiento, cableado y conexiones, etc. En este caso el trabajo es llevado a cabo usando principios e instrucciones de ingeniería probados y estandarizados por Ericsson.

Los entregables de la Ingeniería de sitio son los siguientes:

- Inspección de Campo o *Site Survey*: Es una visita que se realiza en las áreas físicas donde los elementos de la red serán instalados. En ella se realizan mediciones en el sitio, se planifica la posición de los diferentes equipos, disposición del área, requerimientos de energía, dimensionamiento del cableado y se recolecta cualquier otra información pertinente. Esta actividad constituye la base para ordenar el equipo que se piensa instalar y los materiales de instalación.
- Reporte de Levantamiento Previo (RLP): Es un reporte que menciona los aspectos relevantes de la visita al sitio así como posibles recomendaciones y una propuesta de ubicación de los nuevos equipos. En los planos de AutoCAD del sitio se indican en detalle los equipos existentes y los propuestos, no se detallan equipos pertenecientes a otras teleoperadoras, sólo se especifica el espacio físico que ocupan en la radio base.
- Informe SID (*Site Installation Documentation*): Es un reporte que basado en el RLP, genera información específica para la instalación de cada sitio, incluyendo especificaciones del hardware, localización de los equipos e información del cableado, la cual será utilizada posteriormente por el personal encargado de la instalación. Se detallan los equipos Ericsson solamente; sólo se delimita el área ocupada por equipos existentes de otros proveedores.
- Informe *As-Built*: Es un documento que permite registrar las correcciones y cambios que ocurren durante la instalación del sitio. Cuando culmina la instalación, el SID es regresado al equipo de Ingeniería, donde se realizan las correspondientes actualizaciones y finalmente se genera el *As-Built*.

Instalación

Esta fase se realiza luego de que el cliente, en este caso Movilnet aprueba la ingeniería preliminar del sitio. En esencia, se instala el hardware y pre-configura el software, se hacen las conexiones apropiadas y se verifica que todo esté trabajando adecuadamente y esté listo para la integración a la red. Al completar cada paso en el proceso, el trabajo es inspeccionado y los resultados son documentados. La instalación incluye el montaje de los equipos, la instalación del software y la conexión de cables de alimentación. Si es necesario, se agregan comentarios a la documentación del sitio para reflejar la situación actual para que sea documentado posteriormente en la ingeniería final o *As-built*.

Integración

Se incorporan los nodos a la red de Movilnet. También se incluye la verificación, para garantizar que cada conexión es estable y que trabaja como se espera. Este proceso garantiza que el equipo se ha instalado correctamente y se realizan las pruebas básicas del nodo.

Aceptación

Una vez que la integración del nodo es realizada, la ejecución ha sido completada y el producto final es entregado al cliente para su aceptación y debe seguirse un protocolo pruebas. El ATP (*Acceptance Test Protocol*) especifica las condiciones detalladas de prueba, pasos para realizarlas y la duración de las mismas.

Ingeniería Final

En esta fase se genera un documento llamado *As-built* en el cual se documenta la situación actual del sitio luego de la instalación, el mismo debe reflejar si hubo o no cambios en la ingeniería del sitio durante la fase de instalación, entre los entregables pertenecientes al *As-built* están los Planos de AutoCAD del sitio, el reporte fotográfico y el inventario de los equipos instalados.

Técnicas de Acceso

En un sistema de comunicaciones móviles el medio de transmisión es el aire por lo tanto es un medio compartido por todos los usuarios, es por esto que uso del mismo debe ser administrado para lograr mantener una calidad adecuada en las comunicaciones. Existen 3 formas básicas de llevar a cabo la distribución del medio radioeléctrico, éstas son:

Acceso Múltiple por División de Frecuencia (FDMA)

Es la técnica de acceso al medio que divide el ancho de banda disponible en una serie de canales de banda más estrecha. A cada usuario se le asigna una banda de frecuencia única para transmitir y recibir. Durante una llamada, ningún otro usuario puede utilizar la misma banda de frecuencia. Cada usuario tiene asignado un canal para el enlace de subida y un canal para el enlace de bajada. El ancho de banda utilizado en la mayoría de los sistemas FDMA es generalmente bajo (30 kHz) ya que cada canal sólo soporta un único usuario. FDMA se utiliza como la subdivisión principal de las grandes bandas de frecuencia asignadas, y se utiliza como parte de la mayoría de los sistemas multi-canal. En la Figura 2 se observa la división del espectro de frecuencias disponible en varios canales de frecuencia.

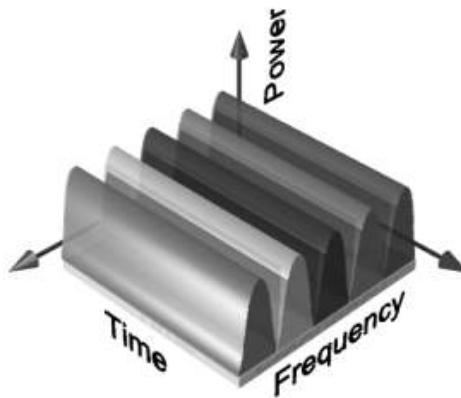


Figura 2. Acceso Múltiple por División de Frecuencia (FDMA) [3]

Acceso Múltiple por División del Tiempo (TDMA)

Es la técnica de acceso en la cual cada usuario hace uso de todo el ancho de banda del canal pero solo por una fracción de tiempo llamada *Time Slot*. TDMA se utiliza normalmente en combinación con FDMA para subdividir el ancho de banda total disponible en varios canales. Cada canal basado en FDMA, se subdivide utilizando TDMA, de manera que varios usuarios pueden transmitir de un mismo canal de radio haciendo un uso más efectivo del espectro de frecuencias disponible. Este tipo de técnica es utilizada por la mayoría de los sistemas digitales de segunda generación de telefonía móvil. Para GSM, el ancho de banda total asignado de 25MHz se divide en 125 canales de 200 kHz usando FDMA. Estos canales se dividen aún más mediante el uso de TDMA para que cada canal de 200 kHz permita de 8 a 16 usuarios. En la Figura 3 se observa la subdivisión de los canales en períodos de tiempo.

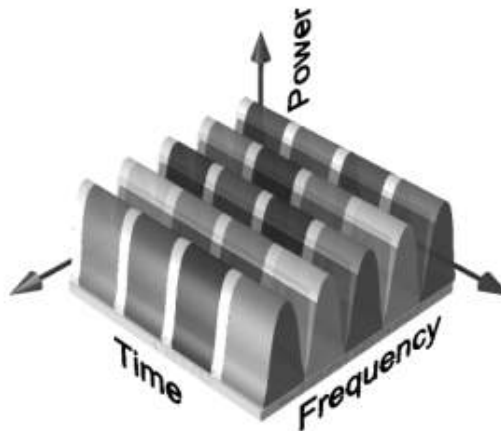


Figura 3. Acceso Múltiple por División del Tiempo (TDMA) [3]

Acceso Múltiple por división de Código (CDMA)

Es la técnica de acceso que se basa en la técnica de espectro ensanchado o *Spread Spectrum*. En este caso los usuarios utilizan todo el ancho de banda del canal y lo hacen todo el tiempo, pero a cada usuario se le asigna un código único y la señal de información es multiplicada por un código ortogonal pseudo aleatorio el cual tiene un ancho de banda mucho mayor que el ancho de banda de la señal de información,

así el receptor puede seleccionar la señal de interés al conocer el código empleado en el transmisor para cada usuario. Una señal de banda estrecha se observa en un analizador de espectros como un pico en torno a la frecuencia portadora, en cambio la señal de espectro ensanchado se observa a la largo de un gran ancho de banda y puede ser confundida con ruido, por esto es mucho más difícil de detectar y por lo tanto es más segura; en cambio el destinatario sí puede detectarla con el conocimiento de la secuencia código y así recuperar la señal de información. En la figura 4 se observa que no existe una división ni en tiempo ni en frecuencia en todo el ancho de banda disponible ya que la diferenciación entre los usuarios se realiza mediante códigos. Una comparación muy utilizada para explicar la técnica de CDMA es imaginar un salón lleno de personas hablando al mismo tiempo pero donde cada pareja habla idiomas diferentes, así cada receptor sólo comprende lo que le dice la persona que habla su mismo idioma y lo que conversen los demás solo será interpretado por él como ruido.

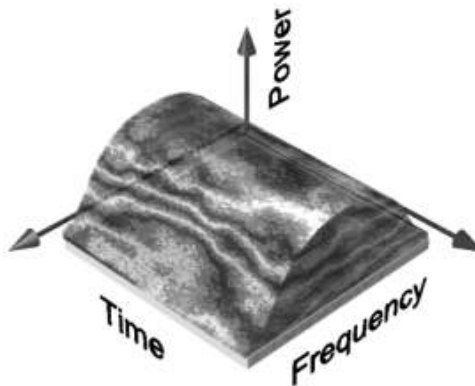


Figura 4. Acceso Múltiple por división de Código (CDMA) ^[3]

Sistema Global para Comunicaciones Móviles (GSM)

Es una tecnología celular de 2G (segunda generación) que brinda servicios de voz y de datos de alta calidad, actualmente es la más utilizada en el mundo y facilita una evolución fluida y efectiva en términos de costo hacia la tecnología de tercera generación (3G) UMTS.

GSM utiliza como técnica de acceso TDMA, lo cual permite que varios usuarios compartan un mismo canal de radio ya que lo divide en ranuras de tiempo llamadas *Time Slots*, lo que brinda un uso más efectivo del espectro disponible y provee mayor capacidad que la tecnología de 1G (primera generación). GSM fue pionero en la implementación de la mensajería de texto *Short Message Service* (SMS) que por su bajo costo se hizo muy popular entre los suscriptores. GSM ha tenido dos evoluciones importantes en cuanto a la transmisión de datos en dos estándares compatibles con el sistema GSM original, por ejemplo el *Release '97* llamado *General Packet Radio Service* (GPRS), el cual añadió la capacidad de transmitir paquetes de datos, y luego el *Release '99* llamado *Enhanced Data Rates for GSM Evolution* (EDGE). En la figura 5 se puede observar la arquitectura de la red GSM la cual está dividida en 4 componentes de red principales descritos a continuación:

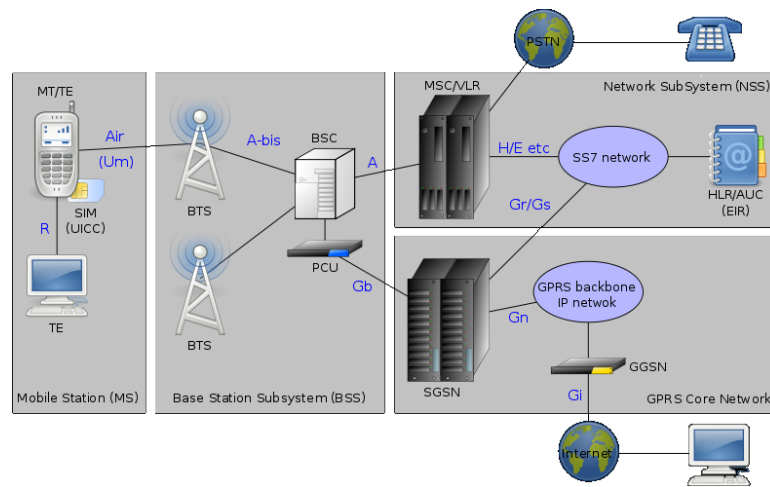


Figura 5. Arquitectura de red GSM [4]

Subsistema de Estaciones Base (BSS)

El Subsistema de Estaciones Base es la sección de la red encargada de manejar el tráfico y la señalización entre el Terminal móvil y el Subsistema de Conmutación de la red. Está compuesta básicamente por las Estaciones Base Transceptoras o *Base Transceiver Station* BTS y las Estaciones Base Controladoras o *Base Station Controller* BSC. Las BTS son controladas por las BSC, una sola BSC

puede gestionar los recursos de radio y la movilidad de los usuarios entre varias BTS. En una BTS se puede dar servicio a varias Celdas mediante la sectorización utilizando varias antenas direccionales, cada una apuntando en diferentes direcciones. La RBS incluye todos los radios de transmisión de interfaces y equipamiento que se necesitan en un sitio.

Subsistema de Conmutación de la Red (NSS)

El Subsistema de Conmutación es el componente de la red que lleva a cabo las funciones de conmutación y gestiona las comunicaciones entre los terminales móviles y la red de telefonía fija *Public Switched Telephone Network* (PSTN). Es la parte de la Red Central que se encarga de los servicios tradicionales como llamadas de voz, Mensajería de texto y llamadas de datos por conmutación de circuitos.

Red Central GPRS

General Packet Radio Service (GPRS) es el sistema utilizado por los teléfonos GSM, es el más utilizado por telefonía móvil en el mundo para transmitir paquetes IP. También puede soportar servicios orientados a redes de tercera generación basadas en WCDMA. Se encarga de brindar movilidad y manejo de sesiones y transporte para servicios basados en protocolo IP, su componente principal es el *Gateway GPRS Support Node* (GGSN) responsable de la conexión entre redes GPRS y redes externas como Internet, el otro componente importante es el *Serving GPRS Support Node* (SGSN) el cual es responsable de la entrega de paquetes de datos desde y hasta las estaciones radio base de su área geográfica de servicio.

Sistema de Operación y Soporte (OSS)

El sistema de operación y soporte es la parte de la red con la cual el operador de red monitorea, controla y vigila el sistema. Está conformada por sistemas de computadoras utilizados por los proveedores de servicio de telecomunicaciones, maneja todas las funciones de operación, mantenimiento, manejo de fallas, soporte, facturación de servicios y atención de clientes. Está integrado por cinco elementos:

- **El Centro de Servicio de Conmutación Móvil (MSC):** Actúa como un nodo de conmutación PSTN y proporciona las funcionalidades necesarias para manipular un usuario móvil (registro, autenticación, actualización de la localización, “*handoff*” y enrutamiento de llamada de un suscriptor “*roaming*”)
- **El Registro de Localización de Visitantes (VLR):** Es una base de datos que integra temporalmente la información del usuario visitante para el MSC. Contiene la información administrativa proveniente del HLR, necesaria para el control de la llamada y provisión de servicios suscritos para cada móvil localizado en el área geográfica controlada por el VLR.
- **El Registro de Localización de Usuario Local (HLR):** Es una base de datos que se utiliza para el almacenamiento y administración de los abonados, esta información incluye el perfil y status del usuario
- **El Registro de Identidad (EIR):** Es una base de datos que contiene la información acerca de la identidad de los equipos móviles y previene el robo de llamadas, sin una autorización.
- **El Centro de Autenticación (AUC):** Identifica y enlaza los parámetros de veracidad del usuario y asegura la confidencialidad de cada llamada.

UMTS

UMTS *Universal Mobile Telecommunications System* en español Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles es el estándar de 3G desarrollado por la 3GPP (*3rd Generation Partnership Project*) utilizado en varias regiones como Europa, Japón y Korea del Sur, su propósito es hacer más manejable la evolución de redes de 2da Generación y finalmente reemplazarlas.

La red UMTS está basada en la red GSM por lo tanto es conocida como la evolución de la misma, conjuga elementos de GSM que la hicieron exitosa y popular como la *SIM Card* y el *roaming* global, con todas las ventajas técnicas de CDMA de transmisión de datos, ancho de banda y velocidad, ya que utiliza WCDMA (*Wideband Code Division Multiple Access*) como esquema de multiplexación y acceso al medio, soporta una gran variedad de servicios con diferentes características.

Acceso Múltiple por División de Código de Banda Ancha (WCDMA)

Es el estándar de transmisión o interfaz de aire utilizado en UMTS, transmite en un par de canales de 5MHz de ancho de banda, tiene la capacidad de soportar hasta 100 llamadas de voz simultáneas y velocidades de datos de hasta 2Mbps.

UMTS está estandarizado por el 3GPP y según este modelo de referencia la red está compuesta por cuatro elementos principales los cuales son el Equipo Terminal de Usuario, la Red de Acceso, la Red Medular y las Redes externas:

Equipo de Usuario UE:

Es el equipo Terminal de usuario que puede variar entre teléfonos celulares o computadores portátiles. Esta compuesto por el Terminal móvil y por un módulo de identificación de usuario llamado USIM *Universal Subscriber Identity Module* es el equivalente de 3G a la tarjeta SIM de GSM.

Red de Acceso AN:

La Red de Acceso brinda a los usuarios un área de acceso definida para entrar en la parte principal de la red; en UMTS se denomina *UTRAN UMTS Terrestrial Radio Access Network*. El principal elemento de esta red son los Nodos B, éstos son las estaciones base donde son instaladas las antenas y los elementos de transmisión; el otro elemento principal de la red de acceso es la *RNC Radio Network Controller* encargada de gestionar los recursos de radio entre varios Nodos B.

Red Central CN:

Es la red medular del sistema, actúa como el centro nervioso de la red y tiene las principales funciones y nodos de enrutamiento de conmutación, así como también los nodos de base de datos e interfaces a los servidores de aplicaciones. Esta parte de la red realiza las actividades de control de llamadas, movilidad y localización de los UE. El CN se divide en dominios separados para tráfico conmutado por circuitos como los orientados a servicios de voz y dominios para el tráfico por conmutación de paquetes orientado a datos.

Redes Externas:

La red UMTS debe soportar la conexión a redes externas. Los usuarios pueden conectarse a redes fijas como la *PSTN Public Switched Telephone Network* en llamadas conmutadas por circuitos, o a Internet y Redes de Área Local LANs en sesiones de conmutación de paquetes. El modelo de referencia del 3GPP lo permite al definir las conexiones a estas redes externas como la cuarta área de su modelo

De los despliegues del 3GPP los fabricantes diseñan, desarrollan e implementan las redes WCDMA, para hacerlo más factible la implementación de la red WCDMA se basa en las redes de 2G y 2.5G existentes. La Figura 6 muestra la concepción básica de Ericsson de una red GSM y WCDMA, en la figura se observa como las redes comparten la red medular (CORE).

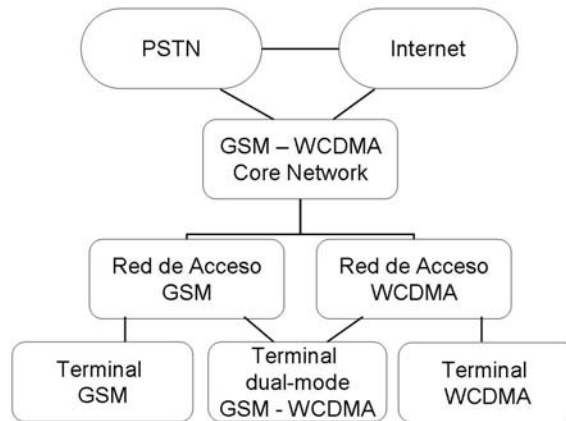


Figura 6. Interoperabilidad de sistemas WCDMA con sistemas GSM ^[5]

Un aspecto importante del planeamiento de la red de acceso WCDMA es que se pueden reutilizar los sitios existentes en los cuales se ha llevado la expansión de la tecnología GSM a la banda de 1900 para que los costos y los tiempos de instalación de la red se vean reducidos. En dichos sitios se pueden compartir los equipos de transmisión y los sistemas de energía, las antenas también pueden ser compartidas, las operadoras pueden incluso utilizar el mismo gabinete y ahorrar espacio.

El presente trabajo de grado se desarrolla en la Red de Acceso, específicamente en la instalación de los Nodos B, en los sitios de Movilnet que ya tienen la expansión de la red GSM. En la Figura 7 se puede observar la arquitectura de una típica red de acceso RAN (*Radio Access Network*) de UMTS con sus interfaces.

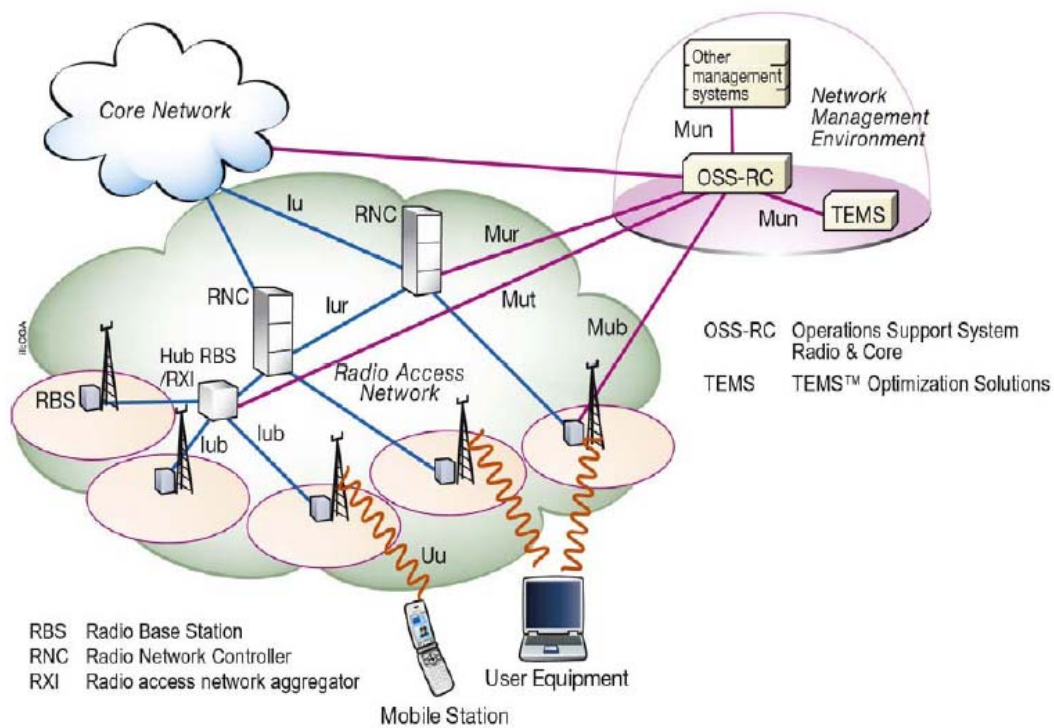


Figura 7. Arquitectura de Red de Acceso UMTS [6]

Red de Acceso de UMTS o Radio Access Network (RAN)

La red de acceso es la parte de la red que conecta el CN con el UE. Está conformada por los siguientes componentes:

- **Nodo B:** Es el término utilizado por la 3GPP para referirse al equivalente de 3G de una BTS, contiene el equipo de radio necesario para servir una celda WCDMA y el sistema radiante de antena, las versiones Ericsson para las radio bases WCDMA son la familia RBS 3000 las cuales cubren varias bandas de frecuencia dependiendo del modelo. Para la instalación de los Nodos B, se reutilizaron los sitios existentes en la red GSM compartiendo en las radio bases los sistemas de energía, los equipos de transmisión, la estructura de soporte y en algunos casos también se comparten las antenas.

- **Controlador de Red de radio:** El RNC (*Radio Network Controller*) es el encargado de gestionar y controlar los recursos de radio para WCDMA, el establecimiento y liberación de conexiones, *handovers* y control de potencia, también crea y asigna los códigos necesarios para separar los canales en la interfaz de aire cuando se utiliza CDMA como técnica de acceso.

Proyecto UMTS Movilnet

El presente Trabajo Especial de Grado se desarrolló en el proyecto Red UMTS Movilnet, el cual brinda una solución para implementar la red de acceso de UMTS para dicho cliente, todo según los requerimientos especificados por Movilnet. La red está orientada a satisfacer las necesidades de tráfico en las ciudades de Caracas, Maracaibo y Valencia donde se instalaron nodos controladores RNC dimensionados según la información recibida por Movilnet, también se consideran los respectivos Nodos B que se interconectan a los RNC para servir como nodos de acceso para los usuarios UMTS.

Para la fase 1 del proyecto se instalaron 266 Nodos B, los mismos se instalan en los sitios donde ya existe una RBS GSM tomándose como punto de partida que esté completa la instalación del proyecto expansión GSM, para que cumplan con los requerimientos de tráfico y volumen de datos de cada Nodo B según la información de tráfico suministrada por Movilnet.

La segunda fase del proyecto se encuentra en la etapa de instalación y contempla la cantidad de 132 Nodos B, entre los cuales se encuentra el sitio utilizado para el desarrollo de este trabajo.

La implementación de la Red UMTS Movilnet se hizo con RBS3418 Main Remote, dicha radio base consta de una Unidad Principal llamada *Main Unit* (MU) y de hasta 6 Unidades de Radio Remotas llamadas *Radio Remote Unit* (RRU). La MU

es instalada normalmente en ambientes *indoor* como Salas de equipos o *Shelters* mientras que las RRUs son instaladas en la parte externa cerca de la antena. Cada RRU se conecta a la MU en una configuración tipo estrella con fibra óptica, lo cual da la posibilidad de que cada RRU pueda estar hasta a 15km de distancia de la MU dando cobertura a grandes áreas de terreno. En la figura 8 se observa la conexión tipo estrella de la configuración *Main Remote*.

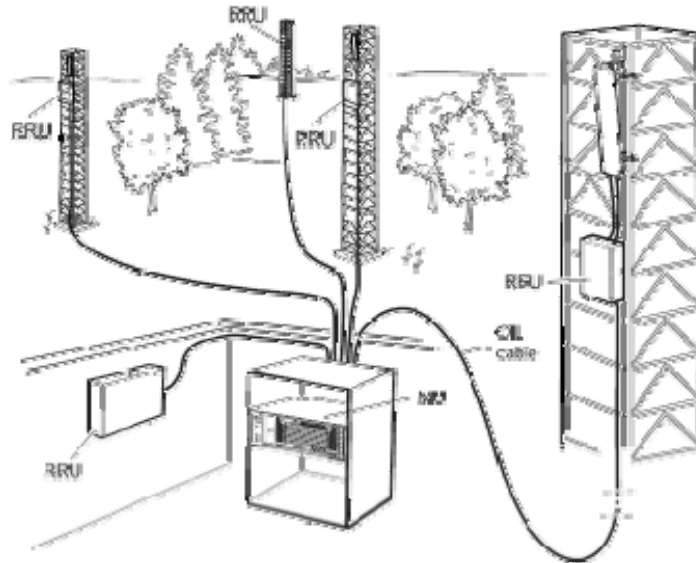


Figura 8. Configuración estrella tipo Main Remote RBS 3418 ^[7]

Unidad Principal MU

La MU soporta dos tipos de configuraciones. La configuración de 6x1 en la cual la MU se conecta con 6 RRUs en un modo de una sola portadora, teniendo entonces cada sitio 6 sectores. La configuración utilizada en la implementación de Movilnet es la 3x2 donde la MU se conecta con 3 RRUs este modo soporta dos portadoras por cada sector pero en la implementación de Movilnet se usa una sola portadora por cada sector. En la figura 9 se observa la Unidad Principal o *Main Unit*.

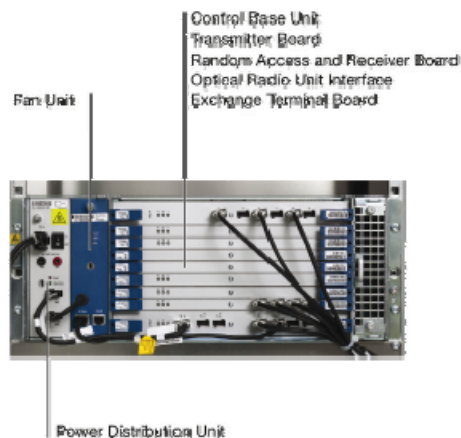


Figura 9. Unidad Principal o Main Unit (MU) [8]

La MU está diseñada para ser instalada en un *rack* de 19 pulgadas, ocupa 4 unidades de espacio en el *rack* más 2 unidades que ocupa el campo de conexiones llamado *Connection Field* CF por lo tanto en total ocupa 6 unidades de espacio en el *rack*. En caso de no ser posible la instalación de un *rack* por limitaciones de espacio, la MU puede ser instalada en pared con un *wall-mounting kit*.

Para sitios *outdoor* es factible instalar la MU en *rack* disponible dentro del gabinete macro GSM RBS 2106 existente en el sitio y de esta manera no se ocupará espacio adicional en la radio base; las especificaciones técnicas para la instalación de la *Main Unit* se encuentran en la Tabla 1:

Tabla 1: Especificaciones Técnicas de la MU 3418

Main Unit Ericsson 3418	
Tensión de alimentación	+24VDC
Consumo máximo (W)	170
Breackers (A)	20
Peso (Kg)	19,8
Dimensiones HxWxD (mm)	176,7 x 482,5 x 270,8
Tipo de instalación	<i>Outdoor / Indoor</i>

Unidad de Radio Remota RRU

Las RRUs son instaladas en ambientes exteriores, idealmente cerca de la antena, se conectan a la MU por medio de FO y se alimentan con -48VDC. En la Figura 10 se muestra la RRU utilizada en el proyecto. Tiene un Terminal para la conexión de Fibra Óptica, otro para la alimentación, para el aterramiento y para conectar los *Jumpers* a la antena.

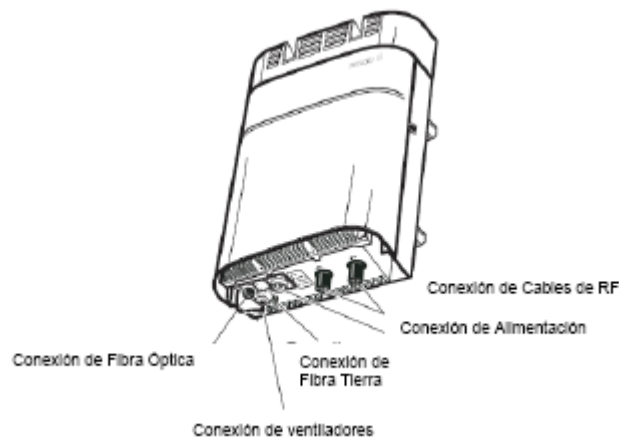


Figura 10. Unidad de Radio Remota o Radio Remote Unit (RRU) [9]

Las RRUs se pueden instalar con un kit de fijación sencilla donde se coloca una sola RRU en el soporte tipo *bracket* o en configuración *back to back* donde se pueden instalar 2 o 3 RRUs en un mismo soporte, en la figura 11 se pueden observar las diferentes formas de instalación de las RRUs en un mástil. Las especificaciones técnicas para la instalación de la RRU se pueden observar en la Tabla 2.

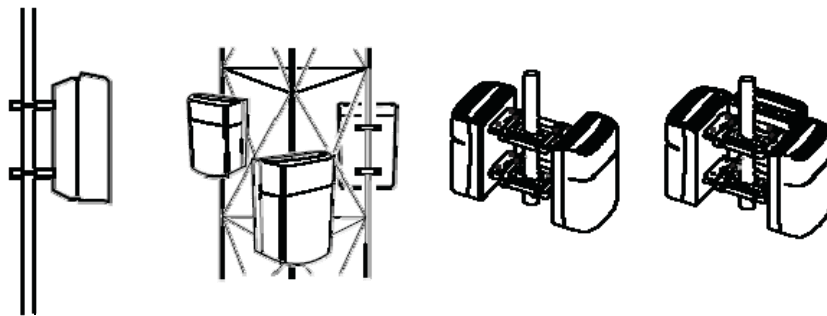


Figura 11. Instalación de RRUs en mástil [9]

Tabla 2: Especificaciones Técnicas de RRU

Radio Remote Unit	
Tensión de alimentación	-48VDC
Consumo máximo (W)	310
Breackers (A)	16
Peso (Kg)	27
Dimensiones HxWxD (mm)	571 x 365 x 292
Tipo de instalación	Outdoor / Indoor

Sistema Radiante

Para la instalación de las antenas UMTS se considera ya implementada la Expansión GSM, por lo tanto el punto de partida para definir materiales y equipos es después de la Expansión GSM, entonces aquellos sitios que tienen antena Dual Band Multiport instaladas durante la Expansión GSM disponen de un puerto libre en la antena para conectar UMTS en 1900 MHz y entonces Ericsson hará la implementación de UMTS compartiendo la antena de GSM, por otro lado en los sitios que durante la expansión de GSM se instaló una antena Dual Band se instalará una antena Dual Band Adicional para la implementación de UMTS, esto si la estructura lo soporta.

Cuando la antena existente no tiene puertos disponibles para la instalación del sistema UMTS y además la ESP no da la posibilidad para instalar antenas nuevas, se deberán sustituir las antenas GSM por antenas Dual Band Multiport (800-1900 MHz). La banda utilizada para UMTS es la de 1900MHz según el 3GPP donde se utiliza para el enlace de subida la banda de 1850MHz a 1910MHz y para el enlace de bajada de 1930MHz a 1990MHz. En la Figura 12 se pueden observar las especificaciones de la antena Dual Band Multiport, se instala UMTS en los puertos centrales de color negro.

Weight :	21.7 kg (48 lb)
Dimensions (LxWxD) :	2,576 x 267 x 132 mm (101.4 x 10.5 x 5.2 in)
Max. Wind Area :	0.37 m ² (4 ft ²)
Max. Wind Load (@ 100 mph) :	1,192.0 N (268 lbf)
Max. Wind Speed :	201 km/h (125 mph)
Hardware Material :	Galvanized Steel
Connector Type :	7-16 DIN - Female (6, Bottom)
Color :	Off White
Standard Mounting Hardware :	600899A-2



RET Ordering Information

Field Installed:	TBXLHA-6565C-VTM
Factory Installed, ATM200 Series:	TBXLHA-6565C-R2M

Figura 12. Antena Dual Band Multiport Mod. TBXLHA-6565C-VTM [10]

Amplificador Instalado en Torre TMA (Tower Mounted Amplifier)

Es un amplificador de bajo ruido (*Low Noise Amplifier, LNA*) que está ubicado cerca de la antena, el TMA compensa la pérdida que hay por el recorrido de la guía de onda ya que tiene una ganancia de 12 dB y amplifica sólo el enlace de subida lo cual hace que el equipo Terminal de usuario tenga una menor potencia de salida promedio y por tanto perdure más la batería en el equipo o tenga mayor capacidad cuando lo requiera en celdas que cubren un área extensa, además se mejora la calidad de los servicios que requieren alta capacidad en el enlace de subida como las llamadas de videoconferencia, todas estas mejoras repercuten en la calidad percibida por el usuario y por lo tanto tienden a aumentar la duración de la llamada. Los TMAs son utilizados en la implementación de GSM, el propósito principal del TMA DUAL BAND es el de separar las dos frecuencias de salida y amplificar y mezclar las señales de entrada que provienen del móvil antes de ser enviada a través del *feeder* de RX hacia la Estación Radio Base; no se contempla el uso de TMAs en la implementación de UMTS ya que la información llega a las RRUs mediante Fibra Óptica y no es necesario el uso de amplificadores.

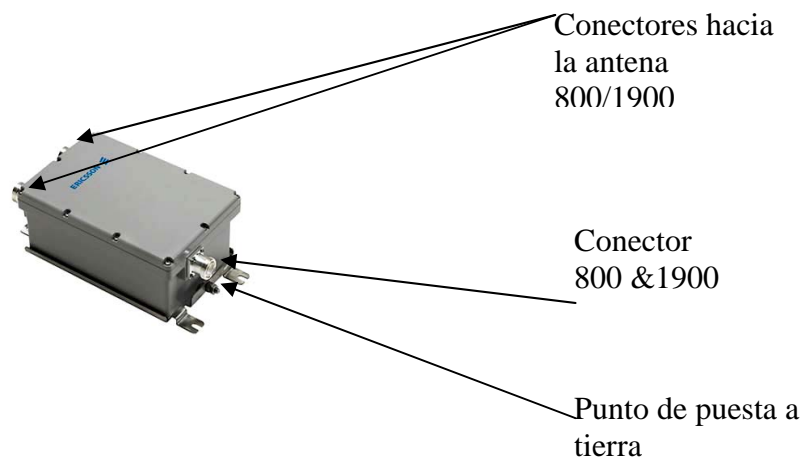


Figura 13. Dual Band TMA 1900 & 800 BYPASS ^[11]

Diplexores

El propósito principal de los diplexores es mezclar frecuencias para que éstas puedan viajar por un solo dispositivo. Se instalan en la expansión de GSM a 1900 MHz para mezclar esta señal con la de 850MHz existente; así ambas señales suben a la torre en una misma guía de onda y luego al pasar por el TMA es amplificada la señal de 1900MHz y son separadas para cada puerto de la antena. En los sitios *Outdoor* los diplexores se instalarán en la escalerilla vertical existente, y en los sitios *Indoor* los diplexores se instalarán en la escalerilla horizontal existente arriba de la BTS.

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL DISEÑO

En este capítulo se explica de manera detallada el desarrollo del Diseño del plan, las consideraciones tomadas para el mismo y los procesos previos al Diseño, luego se muestra la elaboración del Plan de instalación.

Procesos previos al Diseño del Plan de instalación:

Antes de iniciar el proceso de Diseño del plan de instalación, se estudiaron las tecnologías involucradas en el proyecto, los equipos a instalar en la implementación de la red UMTS de Movilnet y se estudió la normativa de instalación de los sitios, así como las etapas a seguir en el desarrollo de un proyecto de ingeniería.

Seguidamente se realizó la inspección de Campo en la radio base San Francisco MBO, y se registró toda la información referente a la ubicación y acceso al sitio, a las dimensiones del sitio para la realización de los planos, las canalizaciones de energía, las conexiones de transmisión, todos los equipos existentes dentro y fuera del *Shelter*, las escalerillas y el sistema de puesta a tierra del sitio. Para la realización de la inspección de campo se contó con los siguientes materiales:

- GPS
- Brújula
- Altimetro
- Inclinómetro
- Cinta métrica
- Cámara fotográfica digital

- Computador portátil para el levantamiento de los datos

Los datos fueron registrados en un documento llamado RLP (Reporte de Levantamiento Previo), una vez obtenidos todos los datos existentes en el sitio se procedió a hacer la ingeniería preliminar del sitio, se dibujaron los planos con todo lo existente en el sitio y los planos de la propuesta de implementación de UMTS.

Para la realización de la propuesta se siguió la Normativa de Instalación utilizada para la red UMTS de Movilnet [11] en la cual se observa el esquema de conexiones entre MU, RRU y antena el cual se esquematiza en la Figura 14. Adicionalmente se tomaron los requerimientos de espacio indicados en los manuales de instalación de cada uno de los equipos a instalar.

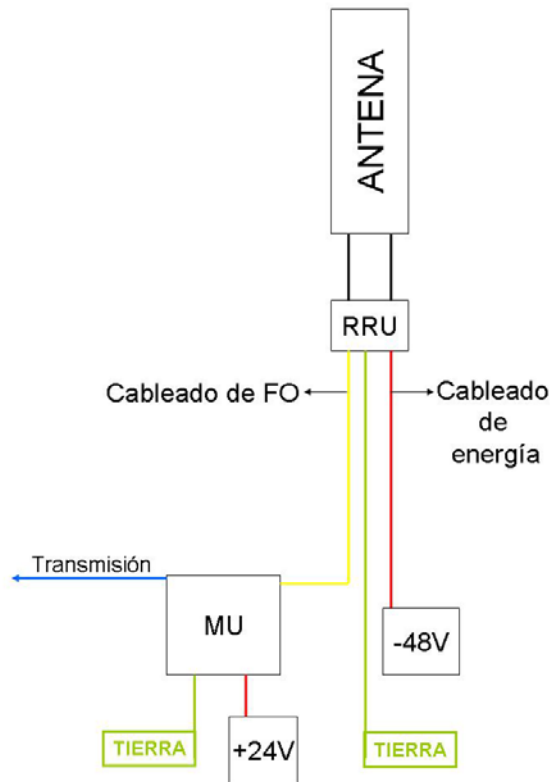


Figura 14. Esquema de conexiones entre MU, RRU y antena ^[12]

Para realizar la propuesta se tomó en cuenta toda la información que se obtuvo en el levantamiento del sitio y se siguieron las especificaciones de la Normativa de instalación. La posición de las antenas CDMA y GSM en la nueva torre se toma de la configuración dada por el departamento de RF de Ericsson, con esto se definen las Alturas, Azimuth y Tilts de las antenas a instalar por cada sector de la radio base.

Para la propuesta dentro del *Shelter* se tomó en cuenta la posición de los equipos existentes en el mismo, con esto se pudo definir la ubicación de la MU 3418 y la propuesta para el recorrido de energía, transmisión y Fibra Óptica en las escalerillas. También se indica el recorrido de las Guías de onda de las antenas GSM y la ubicación de los Amplificadores Instalados en Torre TMA (*Tower Mounted Amplifier*) utilizados para GSM, la ingeniería incluye el sistema de puesta a tierra de todos los equipos instalados y a instalar, es decir el aterramiento de la MU, de las RRUs y de los TMAs.

Propuesta de Ingeniería de sitio Preliminar RBS San Francisco MBO

A continuación se describe la propuesta de ingeniería de sitio preliminar para la implementación de UMTS en la radio base San Francisco MBO. Una vez que se tuvo la propuesta de instalación se procedió a diseñar el plan de instalación.

Infraestructura:

1. Se requiere instalación de la MU 3418 en *rack* de 19" al lado izquierdo de la BTS 2206 GSM vista de frente.
2. Se requiere instalar 18m de tubería LT de $\varnothing 1"$ para el recorrido horizontal de Fibra Óptica por la escalerilla horizontal propuesta desde la ventana pasaguías hasta la primera caja plexo propuesta en las escalerillas verticales en la parte baja de la torre. Adicionalmente se requiere tubería LT de $\varnothing 1"$ desde la caja plexo en la parte alta de la torre hacia las RRUs con 8m para cada uno de los tres sectores. Total LT $\varnothing 1"$ = 42m.

3. Se requiere instalar 38m de tubería *Tube Kit* de 1" para el recorrido vertical de Fibra Óptica en Torre.
4. Se requieren instalar dos cajas plexo para la fibra óptica; 1 caja plexo a 2.95m para hacer el cambio de tubería LT 1" a *Tube Kit*, y otra en el recorrido vertical en torre a 37.60m para hacer la distribución hacia los tres sectores.
5. Se requiere instalar dos cajas de paso para la alimentación DC; 1 caja paso a 2.95m para hacer el cambio de tubería LT 1" a *Tube Kit* y otra en el recorrido vertical en torre a 37.60m para hacer la distribución hacia los tres sectores.
6. Se requieren 18m de tubería LT \varnothing 1" para el recorrido horizontal D.C. por escalerillas horizontales existentes desde la ventana pasaguías hasta la primera caja de paso a instalar a 2.95m.
7. Se requiere instalar 38m de *Tube Kit* para el recorrido vertical D.C. en Torre. Desde la caja de paso propuesta en la parte baja de la torre hasta la caja de paso propuesta a 37.60m para la derivación de DC hacia los tres sectores.
8. Se utilizarán los nuevos soportes tipo brazo en las Aristas A, C Y D para colocación de los tres sectores de UMTS en la nueva torre. (Adecuaciones realizadas por el cliente)
9. Se requiere instalar 3 soportes tipo minilink a las siguientes alturas:
Sector 1: a 38m de altura.
Sector 2: a 38m de altura.
Sector 3: a 38m de altura.
10. Se requiere una nueva barra TGB a una altura de 36.7m de altura para el aterramiento de las RRUs. Dicha barra se conectará al bajante colector de la torre.
11. Se requieren 8m de tubería corrugada color naranja para la canalización *indoor* de la fibra óptica
12. Se requiere instalar 2 TMAs para la implementación de GSM en el soporte de la antena Triport a instalar en los tres sectores
13. Se requiere instalar Guías de onda para los tres sectores GSM

Energía:

1. La Main Unit 3418 se alimentará del equipo de energía LORAIN existente en el *Shelter* para lo cual se necesitan 6m de cable 2x10AWG. Ericsson deberá proporcionar e instalar un (1) *Breaker* de 1x20A en el panel de +24VDC para la alimentación de la MU 3418.
2. Se requieren tres (3) *Breakers* monopolares de 1x16A @ -48 VDC para la alimentación de las RRUs. Dichos *Breakers* serán proporcionados por Ericsson, y se alimentarán del Equipo de Energía INTELEC INDOOR existente.
3. La longitud y diámetro del cableado de alimentación de RRUs a equipo de energía es la siguiente
 - RRU Sector 1 UMTS 80m Cal. 10 mm²
 - RRU Sector 2 UMTS 80m Cal. 10 mm²
 - RRU Sector 3 UMTS 80m Cal. 10 mm²

Sistema radiante:

1. Para los sectores 1, 2 y 3: se compartirán las antenas GSM MULTIPORT modelo TBXLH-6565C-VTM. El departamento de RF de Ericsson define la configuración de las antenas a instalar, dicha información se puede observar en la Tabla 3. En vista de que se comparte la antena entre GSM y UMTS las alturas, azimuth y Tilt mecánico debe ser el mismo para los sectores GSM y UMTS.

Tabla 3: Configuración de Antenas propuesta en San Francisco MBO:

UMTS			
ANTENA	Sector 1	Sector 2	Sector 3
Modelo	TBXLH-6565C-VTM	TBXLH-6565C-VTM	TBXLH-6565C-VTM
Altura	40m	40m	40m
Azimuth	0°	140°	260°
Tilt mecánico	0°	0°	0°
Tilt eléctrico GSM850/GSM1900/UMTS	8°/3°/6°	8°/6°/6°	6°/3°/6°

2. La longitud de fibra óptica requerida para cada sector es la siguiente:

SECTOR 1 F.O. 70m

SECTOR 2 F.O. 70m

SECTOR 3 F.O. 70m

La longitud real requerida para cada uno de los 3 sectores es de 52 m, este material llega de fábrica con medidas estándar, el sobrante se recoge en las cajas *Overlength* destinadas para este fin.

3. Se instalarán 2 TMAs por cada Sector GSM en configuración *back to back* en el soporte de la antena
4. Se requieren Guías de onda para GSM de las siguientes longitudes:
SECTOR 1 Guía de Onda 1 5/8 longitud: 2x50m
SECTOR 2 Guía de Onda 1 5/8 longitud: 2x50m
SECTOR 3 Guía de Onda 1 5/8 longitud: 2x50m

Aterramiento:

1. La MU se conectará al SPAT (Sistema de Puesta a Tierra) con cable verde de calibre 2AWG de 5m al anillo de puesta a tierra existente dentro del *Shelter* con C-TAP.
2. Los RRUs de los sectores 1, 2 y 3 se conectarán al SPAT con cable verde de calibre 6AWG de 8m de longitud para cada sector, a la barra TGB propuesta a una altura de 36.7m, con terminales doble ojo.
3. Los TMAs de GSM se conectarán al SPAT con un látigo de tierra con cable verde calibre 6AWG a la barra TGB propuesta a una altura de 36.7m, con terminales doble ojo.

A continuación se pueden observar en las Figuras 15 y 16 los planos donde se refleja la ubicación de los equipos UMTS a instalar.

Diseño del Plan de Instalación de UMTS

Una vez que se definió la propuesta de ingeniería preliminar para la implementación de UMTS en la radio base San Francisco MBO se comenzó el proceso de diseño del Plan de instalación, el cual se desglosó en dos secciones, la primera contempla la instalación de UMTS y la segunda la instalación de GSM, en la Figura 17 se puede observar el Flujo de trabajo para la instalación de UMTS.

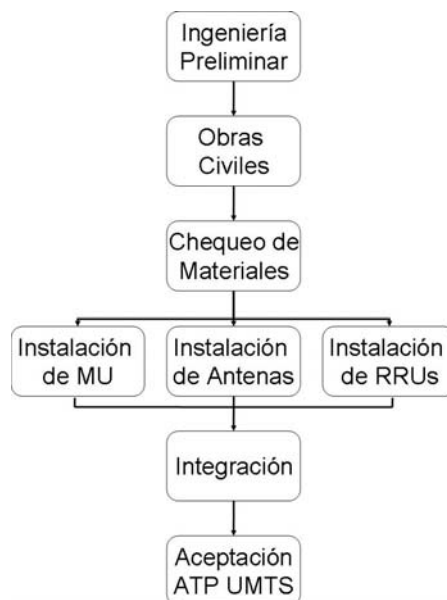


Figura 17. Flujo de trabajo para implementación de UMTS

A continuación se describe cada uno de los pasos a seguir:

1° Ingeniería Preliminar:

En el primer paso del plan Ericsson diseña la propuesta de ingeniería Preliminar del sitio y una vez aprobada por el cliente, el departamento de Ingeniería de Ericsson genera el Documento de Instalación del Sitio (SID) en el cual se documenta información detallada para la instalación, incluye especificaciones del hardware y demás materiales, localización de los equipos e información del cableado, también contiene los planos de la propuesta de UMTS.

2° Obras Civiles:

En el segundo paso el cliente asigna a las diferentes contratistas la ejecución de las obras civiles necesarias para la implementación, esto es la instalación de la nueva torre, las nuevas escalerillas propuestas para el recorrido horizontal y vertical en torre, la nueva ventana pasaguías propuesta, los soportes tipo minilink para la instalación de las RRUs y los soportes para la instalación de las antenas según las especificaciones en los planos. Las obras menores son llevadas a cabo por Ericsson, las de mayor infraestructura son realizadas por contratistas de Obras Civiles de Movilnet.

3° Chequeo de materiales:

Una vez en el sitio la contratista de instalación debe recibir y desembalar los materiales, los cuales deben ser corroborados con lo indicado en el MDR (*Material Delivery Request*) que se encuentra en el SID para cada sitio. Así mismo se verifica que las obras civiles se llevaron a cabo como se especifica en el alcance de la ingeniería aprobada. Si hay alguna discrepancia se debe notificar al supervisor de instalación por parte de Ericsson inmediatamente.

4° Instalación de la MU

Para instalar la MU se deben seguir los pasos especificados en el documento de instalación de la misma [12], en la Figura 18 se puede observar el Flujo de trabajo a seguir en la instalación de la Main Unit.

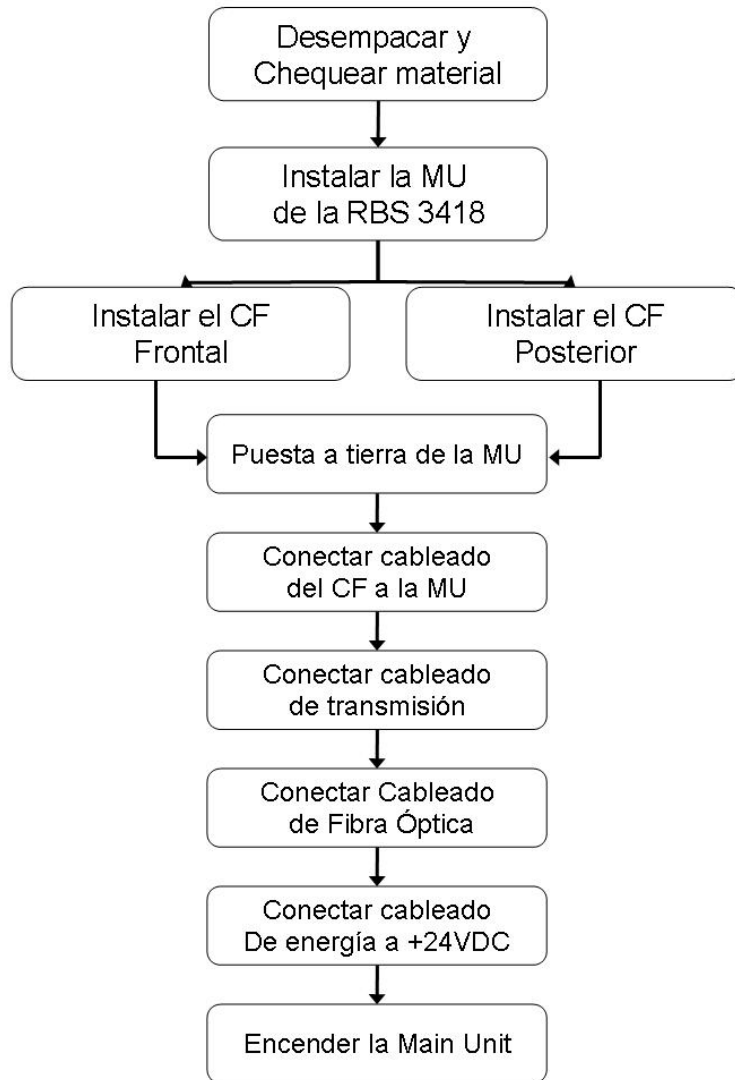


Figura 18. Flujo de trabajo para instalación de la MU ^[13]

5° Instalación de Antenas

Se deben instalar las antenas según las especificaciones de configuración que se encuentran en el SID, para el procedimiento de instalación se debe seguir el proceso descrito en las Instrucciones de Instalación de Sistemas de antenas WCDMA [13]. En la Figura 19 se observa el Flujo de trabajo a seguir para la instalación de las antenas.

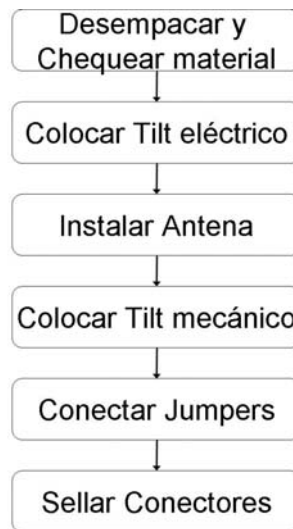


Figura 19. Flujo de trabajo para la instalación de las antenas ^[14]

6° Instalación de RRUs

Para la instalación de las RRUs se debe seguir el procedimiento descrito en las Instrucciones de Instalación de las RRUs [14], en la Figura 20 se puede observar el Flujo de trabajo a seguir en la instalación de las RRUs



Figura 20. Flujo de trabajo para la instalación de RRU ^[15]

7° Integración

Una vez que se culmina la instalación según la ingeniería se realizan las pruebas de hardware a todos los equipos instalados (*Commisioning*), se cargan los *Scripts* y licencias, se realiza también la carga del sitio en la RNC asociada al mismo, así se procede a integrar el sitio a la red de Movilnet, este procedimiento es llevado a cabo por el RIC *Remote Integration Center* y se hace de manera remota.

8° Aceptación

Luego de que el nodo ha sido integrado a la red de Movilnet ya queda encendido y se procede a realizar la Aceptación del sitio, a dicho procedimiento asiste personal de Movilnet, de Ericsson y de la contratista de instalación, se verifica que todo quedó instalado como se propuso en la ingeniería preliminar y se realizan pruebas a los equipos, luego de que el Nodo queda aceptado y sin pendientes se comienza a utilizar de manera comercial y pasa a manos del personal de Operación y Mantenimiento de Ericsson por 1 año y finalmente a Operación y Mantenimiento de Movilnet.

Diseño del Plan de Instalación de GSM

La Segunda Sección del plan de instalación contempla la instalación del sistema radiante de GSM ya que la BTS a utilizar es la misma existente en el sitio. En la Figura 21 se puede observar el Flujo de trabajo a seguir en la instalación de los equipos GSM.

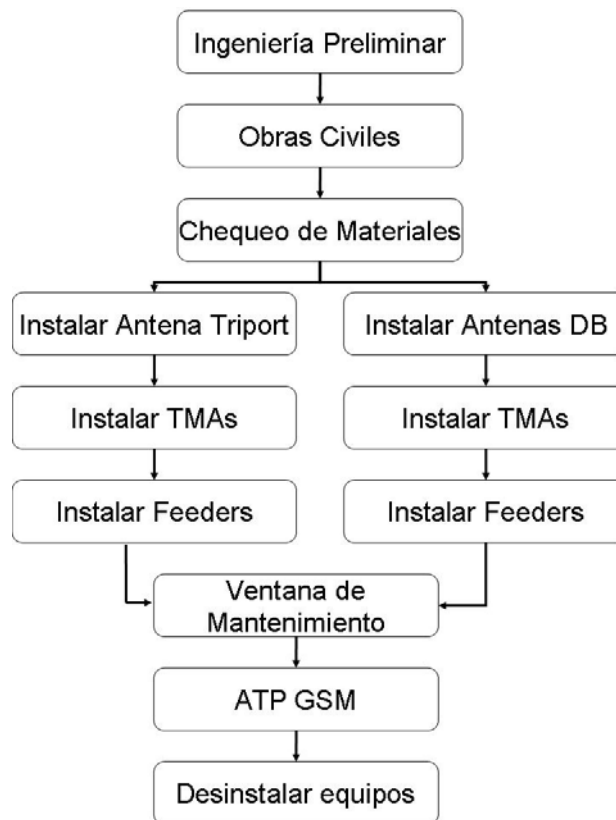


Figura 21. Flujo de trabajo para instalación de equipos GSM

1° Ingeniería Preliminar

En el primer paso del plan Ericsson diseña la propuesta de ingeniería Preliminar del sitio y una vez aprobada por el cliente, el departamento de Ingeniería de Ericsson genera el Documento de Instalación del Sitio (SID) en el cual se documenta información detallada para la instalación, incluye especificaciones del hardware y demás materiales, localización de los equipos e información del cableado, también contiene los planos de la propuesta de GSM.

2° Obras Civiles

En el segundo paso el cliente asigna a las diferentes contratistas la ejecución de las obras civiles necesarias para la implementación, esto es la instalación de la nueva torre, las nuevas escalerillas propuestas para el recorrido horizontal y vertical en torre, la nueva ventana pasaguías propuesta y los soportes para la instalación de las

antenas según las especificaciones en los planos. Las obras menores son llevadas a cabo por Ericsson, las de mayor infraestructura son realizadas por contratistas de Obras Civiles de Movilnet.

3° Chequeo de materiales

Una vez en el sitio la contratista de instalación debe recibir y desembalar los materiales, los cuales deben ser corroborados con lo indicado en el MDR (*Material Delivery Request*) que se encuentra en el SID para cada sitio. Así mismo se verifica que las obras civiles se llevaron a cabo como se especifica en el alcance de la ingeniería aprobada. Si hay alguna discrepancia se debe notificar al supervisor de instalación por parte de Ericsson inmediatamente.

4° Instalar Sistema Radiante GSM

Para la instalación del sistema radiante se contemplan dos posibilidades, si la antena es compartida con UMTS, se utiliza el modelo de antena multiport (consta de tres puertos, uno para 850 MHz y dos para 1900 MHz - Triport), ya instalada y en uso para UMTS, seguido de esto se procede a instalar los TMAs y los *Feeders*; el otro escenario es que la Antena a utilizar no sea compartida con UMTS entonces se procede a instalar la misma y luego los TMAs y los *Feeders*, todo ubicado según como se indique en la ingeniería preliminar. En este caso particular se utilizarán antenas Triport compartidas con UMTS. Como el servicio de GSM en 850 MHz y 1900 MHz ya se encuentra activo en la torre existente se deben instalar los TMAs y hacer todo el recorrido de *Feeders* desde las nuevas antenas hasta la BTS y allí dejar en punta todos los conectores hasta que se lleve a cabo la Ventana de mantenimiento.

5° Ventana de Mantenimiento

Para hacer el cambio del sistema radiante existente al sistema radiante nuevo se debe solicitar a Movilnet permisos para realizar los trabajos en ventana de mantenimiento para no afectar el tráfico de la celda, este se lleva a cabo de 12pm a 5am. Una vez que se han instalado todos los equipos y se han dejado los conectores

en punta se procede a desconectar de la BTS los sectores GSM del sistema radiante existente y a conectar los sectores del sistema radiante nuevo instalado, se realiza también la carga del sitio en la BSC asociada al mismo, este procedimiento es llevado a cabo por el RIC *Remote Integration Center* y se hace de manera remota. Si existe alguna falla y no es solventada máximo 2h antes de terminar el tiempo de la ventana de mantenimiento se deben devolver todos los cambios, e intentarlo de nuevo en la siguiente ventana de mantenimiento, todo esto se encuentra especificado en el *Roll-back Plan* a seguir en ventanas de mantenimiento. .

6° Aceptación

Luego de que el nodo ha sido integrado a la red de Movilnet ya queda encendido y se procede a realizar la Aceptación del sitio, a dicho procedimiento asiste personal de Movilnet, de Ericsson y de la contratista de instalación, se verifica que todo quedó instalado como se propuso en la ingeniería preliminar y se realizan pruebas a los equipos, luego de que el Nodo queda aceptado y sin pendientes se comienza a utilizar de manera comercial y pasa a manos del personal de Operación y Mantenimiento de Ericsson por 1 año y finalmente a Operación y Mantenimiento de Movilnet.

7° Desinstalar Equipos

Una vez que el sitio ha sido aceptado se procede a desinstalar los materiales del sistema radiante anterior, se embalan y se envían a los almacenes del cliente.

Aplicación del Plan de instalación diseñado

Para la aplicación del Plan de instalación diseñado se proponía utilizar la estación radio base San Francisco MBO; se realizó la ingeniería de sitio y se aprobó por Movilnet, pero por causa de un atraso de parte de la contratista de construcción de obras civiles en la construcción de la nueva torre en San Francisco, aún no se ha llevado a cabo la implementación de UMTS en dicha estación. Por esta razón se estudió la posibilidad de utilizar el plan de instalación de equipos UMTS en otra estación radio base que estuviera dentro del proyecto UMTS Movilnet y que tuviera una configuración similar a la de la radio base San Francisco MBO, por lo tanto se utilizó el Plan diseñado en la instalación de UMTS en la estación radio base de nombre Cardón ya que la misma cumplía con ambas condiciones.

A continuación se describe la similitud en las ingenierías de ambos sitios lo que hizo factible el uso del plan diseñado en esta otra estación radio base.

Primero: En ambos sitios se requiere la construcción de una nueva estructura de soporte para la implementación de UMTS ya que la torre que se encuentra actualmente en sitio no soporta carga adicional, por lo tanto se requiere una propuesta de instalación de UMTS en una nueva estructura de soporte

Segundo: Ambos sitios son del tipo *indoor* y por lo tanto se propone instalar la MU 3418 dentro del *Shelter* existente, para ello se propone instalar un nuevo *rack* de 19 pulgadas dentro del mismo. En ambos sitios se encuentra instalada dentro del *Shelter* una RBS 2206 para GSM y los diplexores para cada sector de GSM instalados en la escalerilla horizontal sobre la RSB 2206, por lo tanto en ambos sitios se debe instalar el sistema radiante de GSM en la nueva estructura de soporte.

Tercero: En ambos sitios se propone instalar antenas Multiport TBXHLA-6565C-VTM para compartir la antena entre GSM y UMTS para cada uno de los 3 sectores.

Propuesta de Ingeniería de sitio Preliminar RBS Cardón

A continuación se describe la propuesta de ingeniería de sitio preliminar para la implementación de UMTS en la radio base Cardón.

Infraestructura:

1. Se requiere instalar un Nuevo *rack* de 19" dentro del *Shelter* para ubicación de la MU 3418, al lado izquierdo de la RBS 2206 GSM vista de frente.
2. Se requiere instalar 10m. de Tubería LT de $\varnothing 1"$ para el recorrido horizontal de fibra óptica por la escalerilla horizontal propuesta desde la ventana pasaguías hasta la caja plexo propuesta en la parte baja de la torre, para hacer el cambio de tubería de LT a *feeder Clamps* de 10mm. Adicionalmente se requiere Tubería LT de $\varnothing 1"$ desde la caja plexo en la parte alta de la torre hacia las RRUs con 4m para cada uno de los tres sectores. Total LT 1": 24m.
3. Se requieren *feeder Clamps* de 10mm para el recorrido vertical de fibra óptica en torre.
4. Se requiere instalar una caja plexo a 2,20 m para hacer el cambio de tubería LT 1" *feeder Clamps*, una caja plexo sobre el recorrido vertical en torre para el descanso de la fibra óptica a 32,20m de altura y una caja plexo a 57,60m de altura para hacer la derivación del cableado de fibra óptica hacia las RRUs.
5. Se requiere instalar 10m de Tubo Plástico Corrugado color naranja para la canalización de fibra óptica en ambiente *indoor*.
6. Se requiere instalar 10m de tubería LT $\varnothing 1"$ para el recorrido horizontal de D.C. por la escalerilla horizontal propuesta. Esta instalación será desde la ventana pasaguías hasta la primera caja de paso a instalar a 2,20m de altura.
7. Se requiere instalar 1 caja de paso a 2,20m para hacer el cambio de tubería LT $\varnothing 1"$ a *feeder Clamps* de 10mm, 1 caja de paso sobre el recorrido vertical en torre para el descanso del cableado de energía a 32,20m de altura y 1 caja de paso a 57,60m de altura para hacer la derivación del cableado D.C hacia los RRUs.

8. Se requieren *feeder Clamps* de 10mm para el recorrido vertical de energía en torre.
9. En ambiente *indoor*, la canalización del cableado de energía será por las escalerillas horizontales existentes en el *Shelter*.
10. Para los Sectores 1, 2 y 3 se utilizarán nuevos soportes tipo H-Móvil, los cuales se instalarán a 60m de altura, sobre la plataforma estrella, de la nueva Torre.
11. Se requiere instalar 3 Tubos de sujeción de 3m, sobre la plataforma estrella de la torre, a una altura de 60m, para la ubicación de los RRUs de los Sectores 1, 2 y 3.
12. Se requiere instalar un nuevo *rack* de 19" dentro del *Shelter*, para ubicar el nuevo radio de Transmisión.
13. Se requieren 10m de cable microcoaxial.
14. Se requiere instalar 2 TMAs para la implementación de GSM en el soporte de la antena Triport a instalar en los tres sectores
15. Se requiere instalar Guías de onda para los tres sectores GSM

Energía:

1. Ericsson deberá proporcionar e instalar un *breaker* monopolar de 20A@+24VDC en el equipo de energía existente para la alimentación de la MU.
2. Se requieren tres (3) *breakers* monopolares de 1x16A@-48VDC para la alimentación de los RRUs. Dichos *breakers* serán proporcionados por Ericsson, y se alimentarán del equipo de energía Intergy existente.
3. La longitud y diámetro del cableado de alimentación de RRUs a equipo de energía es la siguiente

RRU Sector 1 UMTS	100m	Cal. 10 mm ²
RRU Sector 2 UMTS	100m	Cal. 10 mm ²
RRU Sector 3 UMTS	100m	Cal. 10 mm ²

Sistema radiante:

1. Para los sectores 1, 2 y 3: se instalarán las antenas en el nuevo soporte tipo H-Móvil, sobre la plataforma estrella en la nueva torre, se instalarán antenas Multiport, modelo TBXLH-6565C-VTM. El departamento de RF de Ericsson define la configuración de las antenas a instalar, dicha información se puede observar en la Tabla 4. En vista de que se comparte la antena entre GSM y UMTS las alturas, azimuth y Tilt mecánico debe ser el mismo para los sectores GSM y UMTS. La configuración de las antenas es la siguiente:

Tabla 4: Configuración de Antenas propuesta en Cardón:

UMTS			
ANTENA	Sector 1	Sector 2	Sector 3
Modelo	TBXLH-6565C-VTM	TBXLH-6565C- VTM	TBXLH-6565C- VTM
Altura	60m	60m	60m
Azimuth	70°	180°	345°
Tilt mecánico	0°	0°	0°
Tilt eléctrico GSM850/GSM1900/UMTS	4°/4°/4°	0°/0°/0°	0°/0°/0°

2. La longitud de fibra óptica requerida para cada sector es la siguiente:
SECTOR 1 F.O. 100m
SECTOR 2 F.O. 100m
SECTOR 3 F.O. 100m
3. Se instalaran 2 TMAs por cada Sector GSM en configuración *back to back* en el soporte de la antena
4. Se requieren Guías de onda para GSM de las siguientes longitudes:
SECTOR 1 Guía de Onda 1 5/8 longitud: 2x70m
SECTOR 2 Guía de Onda 1 5/8 longitud: 2x70m
SECTOR 3 Guía de Onda 1 5/8 longitud: 2x70m

Aterramiento:

1. La MU se conectará al SPAT con cable de calibre 2 AWG de 3m al anillo de puesta a tierra existente en el *Shelter*, con C-TAP.
2. Se requiere instalar una nueva barra TGB a 58m. de altura para la puesta a tierra de los RRUs. Dicha Barra se conectará al bajante colector de Tierras a instalar en la Nueva Torre.
3. Los RRUs de los sectores 1, 2 y 3 se conectarán al SPAT a la nueva barra TGB propuesta con cable de calibre 6 AWG de 5m de longitud para cada sector con terminales doble ojo.
4. Los TMAs de GSM se conectarán al SPAT con un látigo de tierra con cable verde calibre 6AWG a la barra TGB propuesta a una altura de 36.7m, con terminales doble ojo.

A continuación se pueden observar en las Figuras 22 y 23 los planos donde se refleja la ubicación de los equipos UMTS a instalar en la radio base Cardón.

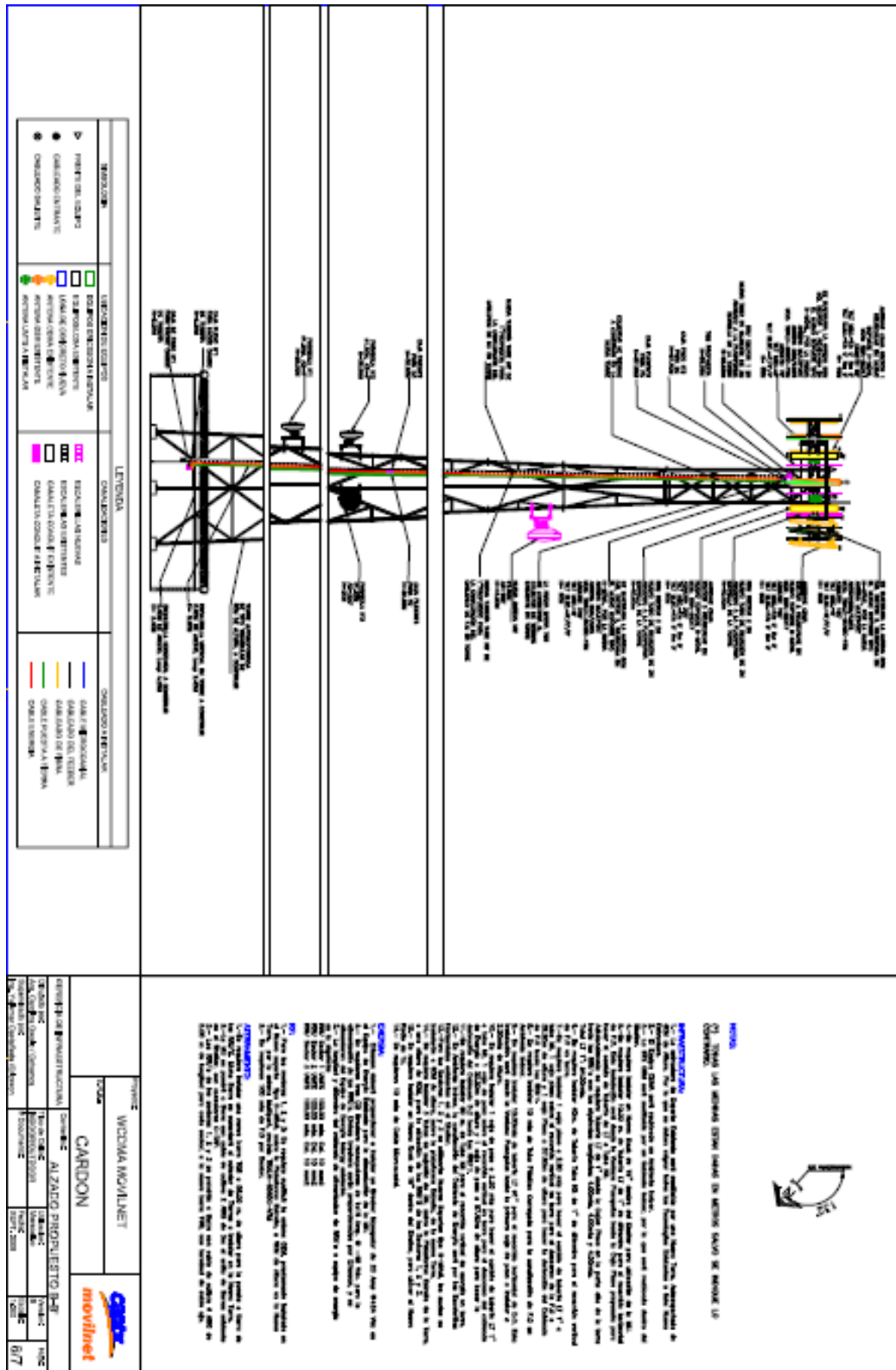


Figura 23. Alzado de Torre propuesta RBS Cardón

CAPÍTULO IV

RESULTADOS DE LA INSTALACIÓN

A continuación se presentan los resultados de la instalación; para ello se muestra un registro fotográfico de lo instalado en la estación radio base Cardón, se muestra la vista general del sitio, la vista general de las torres, la nueva escalerilla instalada, la nueva ventana pasaguías en el *Shelter*, la Main Unit instalada y el recorrido en escalerillas horizontales y verticales para la alimentación de las RRUs.

Infraestructura instalada en la estación radio base Cardón



Figura 24. Vista general de la radio base Cardón

Vista general de la estación radio base, se observa la fachada de la estación y a la derecha la nueva torre

Infraestructura instalada en la estación radio base Cardón



Figura 25. Vista general del Shelter

Vista general del Shelter. Se observa el Shelter con la nueva escalera horizontal instalada para el recorrido hacia la nueva torre construida

Infraestructura instalada en la estación radio base Cardón



Figura 26. Vista general de las torres

Vista general de las Torres. A la izquierda la torre existente y a la derecha la nueva torre con la instalación de equipos UMTS

Infraestructura instalada en la estación radio base Cardón



Figura 27. Vista general del rack instalado

Main Unit instalada en rack de 19'' dentro del Shelter

Infraestructura instalada en la estación radio base Cardón

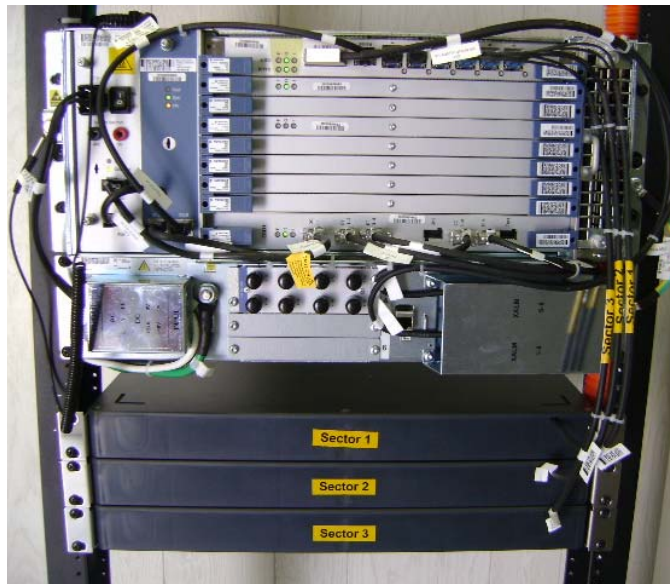


Figura 28. Main Unit instalada

Detalle de Main Unit instalada, se observan las conexiones de energía, fibra óptica y aterramiento, y las 3 cajas para sobran de fibra instaladas.

Infraestructura instalada en la estación radio base Cardón



Figura 29. Breakers instalados para alimentar las RRUs

Breakers instalados en -48V para la alimentación de las RRUs de los 3 sectores

Infraestructura instalada en la estación radio base Cardón



Figura 30. Recorrido de fibra óptica dentro del Shelter

Recorrido de fibra óptica en escalerillas horizontales *indoor* en tubería corrugada color naranja

Infraestructura instalada en la estación radio base Cardón



Figura 31. Recorrido de fibra óptica dentro del *Shelter*

Recorrido de fibra óptica en escalerillas horizontales *indoor* en tubería corrugada color naranja

Infraestructura instalada en la estación radio base Cardón



Figura 32. Recorrido de energía y fibra óptica dentro del *Shelter*

Recorrido de energía y fibra óptica en escalerillas horizontales dentro del *Shelter*

Infraestructura instalada en la estación radio base Cardón

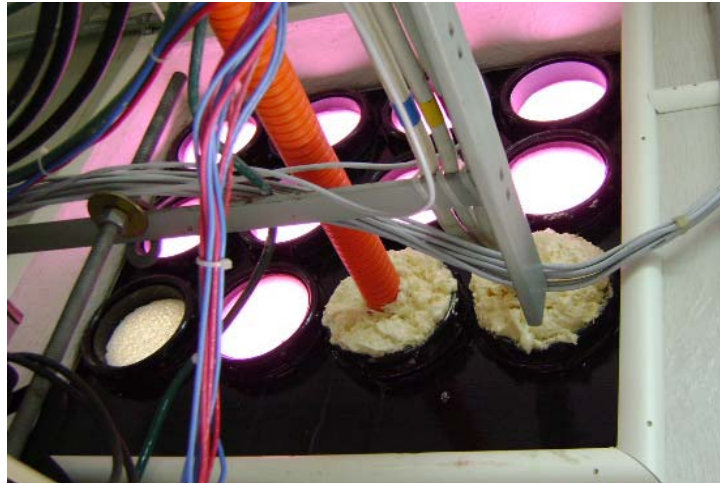


Figura 33. Ventana Pasaguías interior

Vista interna de la Ventana Pasaguías utilizada para UMTS

Infraestructura instalada en la estación radio base Cardón



Figura 34. Ventana Pasaguías exterior

Vista externa de la Ventana Pasaguías utilizada para UMTS.

Infraestructura instalada en la estación radio base Cardón



Figura 35. Recorrido de energía y fibra óptica en escalerilla horizontal

Recorrido de energía y fibra óptica en la nueva escalerilla horizontal hacia la torre. La tubería con franja roja es de energía y la de franja amarilla es la de fibra óptica.

Infraestructura instalada en la estación radio base Cardón



Figura 36. Recorrido de energía y fibra óptica hacia la nueva torre

Recorrido de energía y fibra óptica en la nueva escalerilla horizontal hacia la torre.

Infraestructura instalada en la estación radio base Cardón



Figura 37. Caja de paso instalada para fibra óptica

Cajas de paso de fibra óptica instalada en la parte baja de la torre para hacer el cambio de recorrido horizontal a vertical en torre.

Infraestructura instalada en la estación radio base Cardón



Figura 38. Caja de paso instalada para energía

Caja de paso para energía instalada en la parte baja de la torre para hacer el cambio de recorrido horizontal a vertical en torre.

Infraestructura instalada en la estación radio base Cardón



Figura 39. Recorrido de energía y fibra óptica sujeto con grapas

Recorrido de energía y fibra óptica hacia las RRUs sujeto a la escalerilla vertical de la torre con grapas de 10mm.

Infraestructura instalada en la estación radio base Cardón



Figura 40. Recorrido vertical de energía y fibra óptica

Recorrido de energía y fibra óptica hacia las RRUs sujeto a la escalerilla vertical de la torre con grapas de 10mm.

Infraestructura instalada en la estación radio base Cardón



Figura 41. Grapas de 10mm para sujetar cableado vertical

Grapas de 10mm utilizadas para el recorrido vertical de energía y fibra óptica.

Infraestructura instalada en la estación radio base Cardón



Figura 42. Sistema radiante instalado

Vista general del sistema radiante instalado. Se observan las antenas Triport instaladas en el centro del soporte H-móvil y las RRUs instaladas en tubos de sujeción en el soporte tipo estrella

Infraestructura instalada en la estación radio base Cardón



Figura 43. RRU instalada



Figura 44. Detalle de conexiones de RRU

RRU instalada en el Sector 1, a la derecha se observa en detalle las conexiones de energía, fibra óptica, tierra y Jumpers en la RRU

Infraestructura instalada en la estación radio base Cardón



Figura 45. Antena instalada

Antena Multiport instalada para el Sector 1. Se observan los Jumpers UMTS en los puertos centrales

ANÁLISIS DE RESULTADOS

En las Figuras 24 a 45, se puede observar que la instalación de equipos UMTS culminó de manera exitosa, se instalaron los equipos según la ubicación propuesta en la ingeniería preliminar y siguiendo el flujo de trabajo propuesto en el plan de instalación diseñado, aunque para el momento en el que se vayan a instalar los equipos GSM se debe hacer un estudio para fijar las guías de onda en el recorrido vertical de la torre, ya que la escalerilla construida en la torre se sale de la misma en el último tramo con una longitud de aproximadamente 10m.

Para la instalación de UMTS se modificó la posición que estaba propuesta para el recorrido de energía y fibra óptica, y se colocaron las grapas en el costado de la escalerilla, el estudio para la modificación del último tramo de escalerilla para poder fijar las guías de onda de GSM debe ser hecho por el departamento de Factibilidad de Movilnet ya que la construcción de las obras civiles de mayor envergadura no son llevadas a cabo por Ericsson sino por contratistas de obras civiles de Movilnet.

Es importante destacar que el sitio Cardón es el primer sitio del proyecto en el que se hace un cambio de torre por lo tanto funciona como piloto en el uso del plan de instalación diseñado y no se pudieron comparar tiempos de instalación para corroborar su eficacia. El plan diseñado arrojó resultados favorables y queda sujeto a mejoras para instalaciones futuras.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Luego de culminada la elaboración de la propuesta, una vez implementada la misma y analizados los resultados se puede concluir que los objetivos planteados en este proyecto de pasantía fueron alcanzados con éxito, no sólo por la elaboración de una propuesta valida de instalación, sino porque está siendo utilizada como modelo para realizar nuevas instalaciones en otras estaciones de Movilnet por la empresa Ericsson de Venezuela. Estas propuestas de ingeniería han satisfecho los estándares de calidad del cliente y seguido los requerimientos de Ericsson para ubicación de equipos, recorrido de cableado, etc.

Como se observa en los resultados, la instalación de los equipos fue realizada con éxito cumpliendo con los requerimientos del cliente. Gracias a esto se logró la estandarización de los procesos de instalación y el plan diseñado será utilizado en la instalación de futuros casos de sitios 3G que requieren el cambio de la torre.

A pesar de que originalmente se definió elaborar la propuesta para el sitio San Francisco MBO y terminó de aplicarse en el sitio Cardón, se pudo comprobar que los lineamientos y consideraciones definidas para la elaboración de la misma son aplicables para cualquier estación en donde sea necesaria realizar la instalación de los equipos en una nueva estructura de soporte. Por esto puede considerarse la propuesta como estándar ya que a pesar de que el diseño original se pensó para un caso específico puede ser utilizado en otros sitios con requerimientos similares.

Ya que la propuesta de la nueva torre a construir se basó en planos entregados por terceros, se recomienda realizar una nueva visita en fechas antes de la instalación para corroborar que los trabajos de obras civiles se hicieron como estaba planteado en la ingeniería preliminar, de esta manera si hay alguna discrepancia se pueden tomar las previsiones necesarias antes de hacer el despacho de materiales.

Se recomienda igualmente que, por lo delicado de este tipo de trabajo, siempre contar al momento de realizar la reubicación de estos equipos con personal calificado por Ericsson. De igual manera se recomienda realizar una auditoria de calidad de instalación al nodo, ya que existen muchos elementos y detalles que pueden ocasionar que el sistema no funcione adecuadamente, tales como cortes en la guías de onda, conexiones a las cajas de paso, elaboración de los diferentes conectores, vulcanizado de los conectores, colocación de sistema de aterramiento, etc.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] *Informe del estudio de cargas de la torre autosoportada triangular de 72 metros de altura para el soporte de antenas*. Estación: AT-72, San Francisco. PRINCIVI. Febrero 2008

[2] *Ericsson* página de uso interno [en línea]

<http://internal.ericsson.com/page/hub_latinamericasouth/index.jsp> [Consulta noviembre 2009]

[3] Lawrey, Eric “The suitability of OFDM as a modulation technique for wireless telecommunications, with a CDMA comparison” [en línea]

<<http://www.skydsp.com/publications/4thyrthesis/chapter1.htm>> [Consulta diciembre 2009]

[4] Wikipedia® *Structure of a GSM network* [en línea]

<http://en.wikipedia.org/wiki/File:Gsm_structures.svg> [Consulta noviembre 2009]

[5] System Description WCDMA RAN. N° 137/1551-HSD 101 02/7 Uen C
2009-05-27 (en Ericsson)

[6] Access Transport Network Design for WCDMA. N° 7/221 03-FAP 130 408 Uen
Rev G 2008-10-01 (en Ericsson)

[7] Technical Product Description RBS 3418. N° 1/1551-COH 109 2082 Uen V
2009-05-06 (en Ericsson)

[8] Product Description for RBS 3418. N° 221 01-FGC 101 0066 Uen, Rev F (en Ericsson)

[9] Technical Product Description, RRU. N° 72/1551-HRB 105 102/1 Uen Z
2009-05-13 (en Ericsson)

[10] “TBXLHA-6565C-VTM” [en línea]
<http://www.antenasystems.com/pdfs/base_pdf/TBXLHA-6565C-VTM.pdf>
[Consulta enero 2010]

[11] Normativa de Instalación de DUAL BAND TMA 1900 & 800 BYPASS. (en Ericsson)

[12] Normativa de Instalación Proyecto WCDMA Movilnet. (en Ericsson)

[13] Installation Instruction RBS 3418 Main Unit. N° 1/1531-COH 109 2082 Uen U
2009-04-17 (en Ericsson)

[14] WCDMA Antenna System Installation Instruction. N° 1/1531-CRH 102 19/1
Uae K 2007-12-18 (en Ericsson)

[15] Installation Instruction, RRU22. N° 2/1531-HRB 105 102/1 Uen Y
2008-06-23 (en Ericsson)

BIBLIOGRAFÍA

- *Ericsson* [en línea] <<http://www.ericsson.com/>> [Consulta noviembre 2009]
- Wikipedia® *GSM* [en línea] <<http://en.wikipedia.org/wiki/GSM>> [Consulta noviembre 2009]
- Wikipedia® *UMTS* [en línea]
<http://en.wikipedia.org/wiki/Universal_Mobile_Telecommunications_System#Real-world_implementations> [Consulta noviembre 2009]
- Wikipedia® *WCDMA* [en línea]
<http://es.wikipedia.org/wiki/Wideband_Code_Division_Multiple_Access> [Consulta noviembre 2009]
- Urcolla, Reinaldo. *Como planificar proyectos de ingeniería* [en línea]
<<http://www.mailxmail.com/curso-como-planificar-proyectos-ingenieria/definicion-conceptos>> [Consulta diciembre 2009]

ANEXOS

ANEXO 1



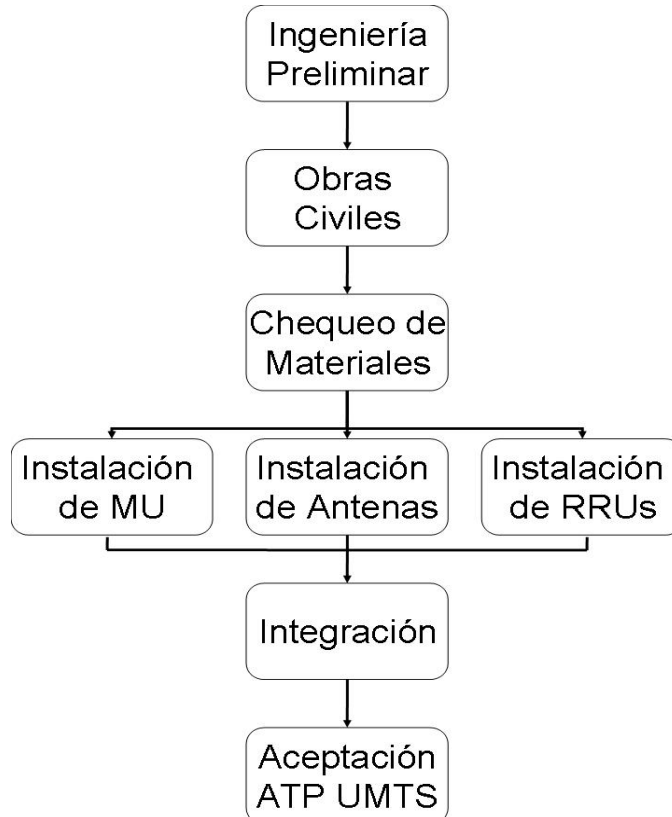
PLAN DE INSTALACIÓN
UMTS



NODO B: MAIN REMOTE 3418

**SAN FRANCISCO MBO
3143**

Flujo de trabajo para implementar UMTS en una nueva estructura de soporte



8	CANALIZACION NUEVA PARA ENERGIA:	Requiere:	Si <input checked="" type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
		Tubo LT:	Diámetro: 1" <input type="checkbox"/>	Longitud: 18 m <input type="checkbox"/>
		Tubo Ericsson:	Diámetro: 1" <input type="checkbox"/>	Longitud: 35 m <input type="checkbox"/>
		Observaciones:	Se requieren 18 mts de tubería LT de 1" para el recorrido horizontal de energía desde ventana pasaguias hasta primera caja de paso a instalar. Se requieren 38mts de Tube Kit para el recorrido vertical DC en Torre. Dicho tube kit llegará hasta la segunda caja de paso propuesta a 37,6m para el desvío DC hacia los tres sectores.	

10	CANALIZACION EXISTENTE PARA ENERGIA:	Requiere:	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
		Tubería:	Tipo: N/A <input type="checkbox"/>	Diámetro: N/A <input type="checkbox"/>
		Trayectoria:	Inicio: <input type="checkbox"/>	Fin: <input type="checkbox"/>
		Observaciones:	La canalización de energía indoor será por escalerillas horizontales existentes.	

11	CAJA DE PASO EXISTENTE PARA ENERGIA:	Requiere:	Si <input type="checkbox"/>	No <input checked="" type="checkbox"/>
		Ubicación:	<input type="checkbox"/>	
		Requiere ponchadura:	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
		Observaciones:	<input type="checkbox"/>	

9	CAJA DE TRANSICIÓN DC:	Requiere:	Si <input type="checkbox"/>	No <input checked="" type="checkbox"/>
		Cantidad:	<input type="checkbox"/>	
		Ubicación:	<input type="checkbox"/>	
		Observaciones:	<input type="checkbox"/>	

10	CANALIZACION NUEVA PARA F.O:	Requiere:	Si <input checked="" type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
		Tubo LT:	Diámetro: 1" <input type="checkbox"/>	Longitud: 42m <input type="checkbox"/>
		Tubo Ericsson:	Diámetro: 1" <input type="checkbox"/>	Longitud: 38m <input type="checkbox"/>
		Observaciones:	Se realizara la trayectoria desde MU en Rack nuevo a instalar hasta ventana pasaguias con tubería corrugada 1". Se requieren 18mts de tubería LT de 1" desde ventana pasaguias a la Nueva Caja Plexo propuesta para hacer el cambio de Tubería LT a Tube Kit; Luego subirá con TUBE KIT (long. 38m) para el recorrido vertical en torre hasta la caja plexo propuesta en la parte alta de la torre para derivación de F.O. hacia los sectores. En la parte alta de la torre en la última caja plexo, cuando se va a derivar a los sectores, se requiere LT 1" hasta las RRU's (8 mts por sector)	

11	CAJA PLEXO:	Requiere:	Si <input checked="" type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
		Cantidad:	2 <input type="checkbox"/>	
		Ubicación:	<input type="checkbox"/>	
		Observaciones:	Se requiere instalar 1 Caja de Plexo a 2.95 m de Altura al comienzo de la escalerilla vertical en torre para realizar el cambio de Tubería LT a Tube Kit. Se requiere una caja plexo a 37.60m.	

12	CAJA PARA SOBRIANTE DE FIBRA:	Requiere:	Si <input checked="" type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
		Cantidad:	3 <input type="checkbox"/>	
		Ubicación:	en Rack de 19" a instalar para colocación de MU3418 <input type="checkbox"/>	
		Observaciones:	<input type="checkbox"/>	

13	BARRAS DE TIERRA NUEVAS:	Barra	Requiere	Tamaño	Ubicación
		MGB Plataforma	NO		
		MGB Losa	NO		
		CGB	NO		
		TGB 1	SI	STANDARD	A 36.70 mts en torre para el aterramiento de las RRU's
		TGB 2	NO		
		TGB 3	NO		

ADECUACIONES - PROPUESTA INDOOR UMTS

1	PROPUESTA DE UBICACION MU INDOOR:	Modelo RBS a instalar:	3418 <input checked="" type="checkbox"/>	
		Ubicación:	Rack 19" <input checked="" type="checkbox"/>	Pared <input type="checkbox"/>
		Observaciones:	Se propone colocar la MU en rack de 19" al lado izquierdo de la BTS GSM 2206. Se debe remover el equipo modcell para poder realizar la instalación.	

2	MOVIMIENTOS DE EQUIPOS:	Requiere:	Si <input checked="" type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
		Explique:	Se debe remover el equipo modcell ubicado al lado de la BTS GSM 2206 para poder instalar el rack para la MU.	
			<input type="checkbox"/>	
			<input type="checkbox"/>	
			<input type="checkbox"/>	

3	ESCALERILLAS VERTICALES NUEVAS:	Requiere:	Si <input type="checkbox"/>	No <input checked="" type="checkbox"/>
		Tipo:	Hierro <input type="checkbox"/>	Aluminio <input type="checkbox"/>
			Acero Galvanizado <input type="checkbox"/>	
		Dimensiones (HxWxL):	<input type="checkbox"/>	
		Observaciones:	<input type="checkbox"/>	

4	ESCALERILLAS HORIZONTALES NUEVAS:	Requiere:	Si <input type="checkbox"/>	No <input checked="" type="checkbox"/>
		Tipo:	Hierro <input type="checkbox"/>	Aluminio <input type="checkbox"/>
			Acero Galvanizado <input type="checkbox"/>	
		Dimensiones (HxWxL):	<input type="checkbox"/>	
		Observaciones:	<input type="checkbox"/>	

5	CANALIZACION INDOOR PARA F.O:	Requiere:	Si <input checked="" type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
		Tubo Coarrugado:	Diámetro: 1" <input type="checkbox"/>	Longitud: 8 mts <input type="checkbox"/>
			Diámetro: <input type="checkbox"/>	Longitud: <input type="checkbox"/>
		Observaciones:	<input type="checkbox"/>	

5	BARRAS DE TIERRA NUEVAS:	Barra	Requiere	Tamaño	Ubicación
		MGB	NO		
		AGB	NO		
		TGB	SI	STANDARD	A 36.70 mts en torre para el aterramiento de las RRU'S, la cual se conectara en el colector de tierras de la torre.

CABLEADO EXTERNO - PROPUESTA UMTS

1	CABLEADO ENERGIA MU:	Requiere:	Si <input checked="" type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>		
		Calibre:	2x10AWG	Longitud:	6,00M	
		Observaciones:	El recorrido de energia es por escalerillas horizontales existentes.			
2	CABLEADO ENERGIA RRU's:	RRU	Longitud (m)	Calibre	Cantidad	Observaciones
		Sector 1	80	10mm2	1	
		Sector 2	80	10mm2	1	
		Sector 3	80	10mm2	1	
3	BREAKERS:	Equipo	Cantidad	Capacidad	Voltaje	Rectificador
		RRU	3	1x16	@ -48 Vdc	EMERSON
		MU	1	1x20	(+) 24Vdc	LORAIN
		BTS 2106	N/A	N/A	N/A	N/A
4	CABLEADO DE ATERRAMIENTO:	Equipo	Longitud (m)	Calibre	Terminal	Observaciones
		RRU Sector 1	8m	6 AWG	DOBLE OJO	Nueva barra TGB a 36.70 mts en torre
		RRU Sector 2	8m	6 AWG	DOBLE OJO	Nueva barra TGB a 36.70 mts en torre
		RRU Sector 3	8m	6 AWG	DOBLE OJO	Nueva barra TGB a 36.70 mts en torre
		MU	5m	2 AWG	C-TAP	Anillo de tierra existente
5	CABLEADO DE TRANSMISION MU:	Tipo de conexión:	E1 <input checked="" type="checkbox"/>	Ethernet <input type="checkbox"/>		
		Afirmativo E1:	Cantidad de E1's: 4			
		Afirmativo Ethernet:	Longitud Cable Coaxial: 3 mts	Conector: BNC		
		Observaciones:	Longitud Cable UTP:			
		Se requiere KIT IP				
6	NUEVOS OVP:	Requiere:	Si <input type="checkbox"/>	No <input checked="" type="checkbox"/>		
		Cantidad:				
		Ubicación:				
	Observaciones:					

Preparado por Valentina Cartaya		Documento No. 127 11-IPB 558 3143 Uen	
Aprobado por S/SDLND/Gerardo Galindez	Rev. A	Fecha 15/01/2010	Archivo 3143 San Francisco.xls

Proyecto: **MOVILNET**
 Sitio: **3143, San Francisco**

1. DATOS FISICOS NODO B

1.1	Coordenadas geográficas	N 71° 38' 49.15" W	W 10° 33' 43.50" N
1.2	Dirección	Calle 164 entre 45A y 46; Urbanización Coromoto, San	
1.3	Tipo de construcción	Terreno	
1.3	Tipo de estructura	Torre autosoportada	
1.4	Ubicación	Indoor	
1.5	Material del techo	Techo falso	
1.6	Material de piso	Antiestatico	
1.7	Aire acondicionado	Si	

2. DATOS TECNICOS NODO B

2.1	Sistema a instalar	WCDMA 1900		
2.2	RBS	RBS 3418		
2.3	No. de sectores	3		
2.4	No. de portadoras	3x1		
2.5	Tipo de sitio	A		
2.6	Tipo de sector	1	2	3
		3	3	3

3. DATOS TÉCNICOS MAIN UNIT (MU)

3.1	Fuente de alimentación	+24VDC
3.2	Máximo consumo de energía	0.13 Kw
3.3	Breaker Principal	20 A
3.4	Disipación de calor	0.26 Kw.
3.5	Dimensiones (HxWxD mm)	177X483X271
3.6	Peso (Kg)	20
3.7	Ubicación	Rack 19"

4. DATOS TÉCNICOS RADIO REMOTE UNIT (RRU)

4.1	Tipo de RRU	RRU 22 1940					
4.2	Fuente de alimentación	-48VDC					
4.3	Consumo de energía máximo	0.31 Kw.					
4.4	Breaker principal	16 A					
4.5	Disipación de calor	0,29 Kw.					
4.6	Dimensiones (HxWxD mm)	571x365x292					
4.7	Peso (Kg)	24					
4.8	Colocación de las RRU	Monopolo/Torre					
4.9	Longitud del cable de alimentación RRU (m)	Sector 1	80	Sector 2	80	Sector 3	80

5. DATOS TECNICOS DEL OIL

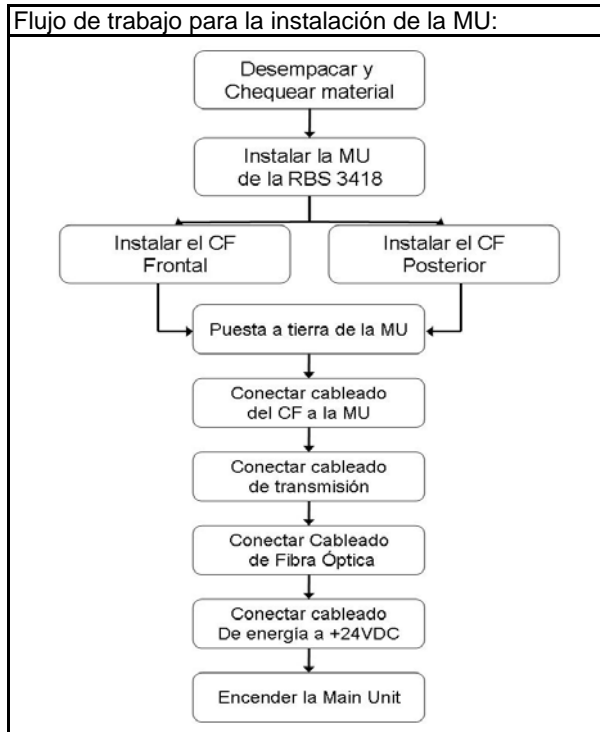
5.1	Mínimo radio de flexibilidad	100 mm					
5.2	Máxima fuerza extensible	300 N					
5.3	Longitud máxima de cable OIL	50 mts					
5.4	Longitud Optical Interface Link (OIL) (m)	Sector 1	70	Sector 2	70	Sector 3	70
5.6	Tipo de Conector	LC/ODC					

7. DATOS TECNICOS SISTEMA DE ANTENAS

	1	2	3
7.1 Sectores			
7.2 Tipo de antena	TBXLHA-6565C-VTM	TBXLHA-6565C-VTM	TBXLHA-6565C-VTM
7.3 Altura	40	40	40
7.4 Azimuth	0°	140°	260°
7.5 Tilt Mecánico	0°	0°	0°
7.6 Tilt Eléctrico	6°	6°	6°
7.7 Tipo de amplificador	N/A	N/A	N/A
7.8 Longitud del Feeder (m)	N/A	N/A	N/A
7.9 Tipo de Feeder	N/A	N/A	N/A

8. PARÁMETROS DE TRANSMISION

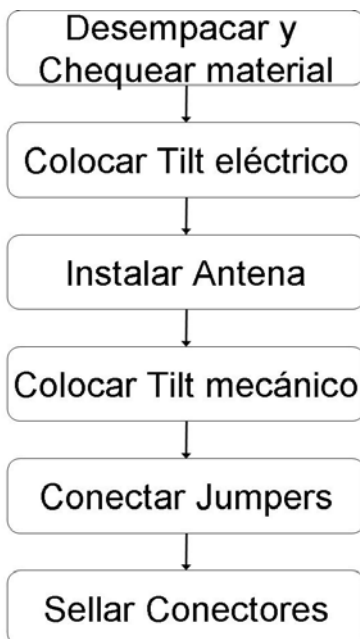
8.1 Tipo de transmisión	4 E1
8.2 Tipo de conexión en el DF	BNC



Para todo el proceso de instalación ver documento de instalación de la MU 3418: *Installation RBS 3418 Quick Guide*

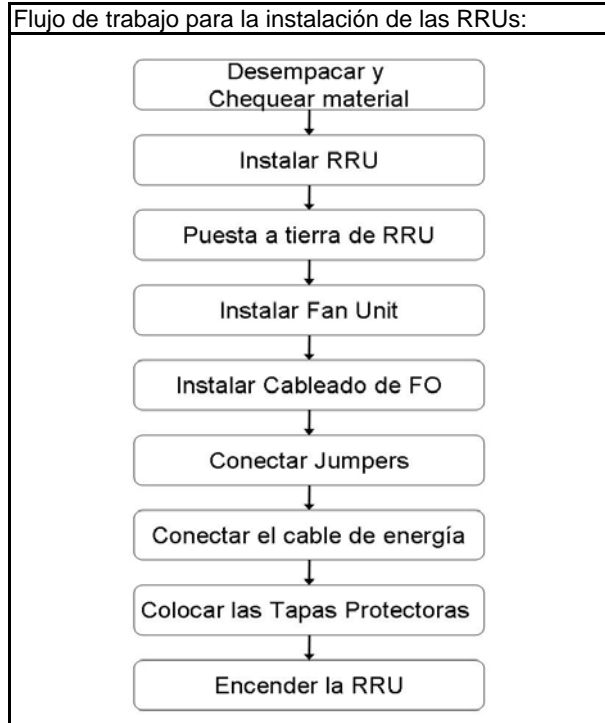
1. Desempacar y chequear Material:	Verificar que los materiales entregados concuerdan con lo que se especificó en el SID
2. Instalar MU	indoor: Rack 19": se instala en 6U del rack outdoor: N/A
3. Instalar Conection Field	frontal: Se debe cablear primero la parte posterior del Conection Field y luego fijarlo por debajo de la MU, ver guía rápida de instalación de MU 3418
4. Puesta a Tierra de MU y CF	Hacer conexión de aterramiento 1°: Conexión de tierra entre MU y CF 2°: Conexión de tierra de CF a rack de 19" Conectar barra de aterramiento del rack al anillo existente con conector C-Tap
5. Conectar Cableado del CF a la MU	Para realizar el cableado ver guía rápida de instalación de la MU 3418.
6. Conectar cableado de transmisión	Conectar Cableado de E1s y etiquetar por sectores
7. Conectar Cableado de FO	Conectar Cableado de FO y etiquetar por sectores
8. Conectar Cableado de energía	Conectar Cableado de Alimentación de +24VDC a MU
9. Encender la MU	Chequear el estatus en los indicadores: indicadores de energía indicadores de Fan unit indicadores de conexiones de FO indicadores de tarjetas de MU <i>ver documento Verification of Installation al Site, MU</i>

Flujo de trabajo para la instalación de Antenas



Para todo el proceso de instalación ver documento de instalación de las antenas:
WCDMA Antenna System Installation Instruction

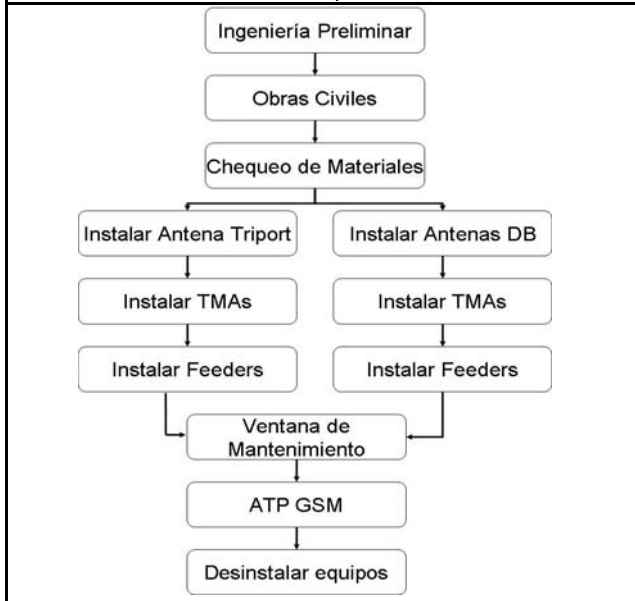
1. Desempacar y chequear Material:	Verificar que los materiales entregados concuerdan con lo que se especificó en el SID
2. Colocar Tilt eléctrico	Colocar Tilt eléctrico en piso antes de subir la antena con el valor indicado en el tubo central de color negro Sector 1: 6° Sector 2: 6° Sector 3: 6°
3. Instalar Antena	Instalar Antena según ubicación indicada en plano Sector 1: Az=0° h=40m soporte brazo Sector 2: Az=140° h=40m soporte brazo Sector 3: Az=260° h=40m soporte brazo
4. Colocar Tilt mecánico	Colocar Tilt mecánico con el valor indicado Sector 1: 0° Sector 2: 0° Sector 3: 0°
5. Conectar Jumpers	Conectar Jumpers en los puertos centrales de color negro Pintar franjas de colores y etiquetar jumpers por sectores Sector 1: Rojo Sector 2: Amarillo Sector 3: Azul
6. Sellar Conectores	Sellar conectores de UMTS con vulcanizante



Para todo el proceso de instalación ver documento de instalación de la RRU: *Installation Instruction, RRU22*

1. Desempacar y chequear Material:	Verificar que los materiales entregados concuerdan con lo que se especificó en el SID
2. Instalar RRU	instalar RRUs según ubicación indicada en el plano:
	Sector 1: h=38m soporte minilik ARISTA A
	Sector 2: h=38m soporte minilik ARISTA C
	Sector 3: h=38m soporte minilik ARISTA D
3. Puesta a tierra de RRUs	Conectar a tierra con cable verde de 6AWG Sector 1: Barra TGB h=36,70m Sector 2: Barra TGB h=36,70m Sector 3: Barra TGB h=36,70m
4. Instalar Fan Unit	Ver documento de instalación de la RRU:
5. Instalar cableado de FO	Conectar Cable de FO de cada sector y etiquetar por sectores
6. Conectar Jumpers	Conectar Jumpers de cada Sector a las RRUs Pintar franjas de colores y etiquetar jumpers por sectores Sector 1: Rojo Sector 2: Amarillo Sector 3: Azul
7. Conectar cable de energía	Conectar cable de energía de -48V a cada sector
8. Colocar tapas protectoras	Colocar las tapas protectoras y etiquetar las RRUs por sectores
9. Encender la RRU	Encender las RRUs y verificar el estatus de los indicadores

Flujo de trabajo para instalar sistema radiante GSM en una nueva estructura de soporte



1. Desempacar y chequear Material:	Verificar que los materiales entregados concuerdan con lo que se especificó en el SID		
2. Colocar Tilt eléctrico	GSM 850MHz	GSM 1900MHz	puerto azul 1900MHz puerto rojo 850MHz
	Sector 1: 8°	3°	
	Sector 2: 8°	6°	
	Sector 3: 6°	3°	
3. Instalar Antena (si se usa antena DualBand)	Instalar Antena según ubicación indicada en plano si se instala antena Dual Band		
N/A	Azimuth	Altura	soporte
	Sector 1:		
	Sector 2:		
	Sector 3:		
4. Tilt mecánico (si se usa antena DualBand)	Colocar Tilt mecánico con el valor indicado		
N/A	Sector 1:		
	Sector 2:		
	Sector 3:		
5. Conectar Jumpers	Conectar Jumpers: puerto rojo 850MHz y puerto azul 1900MHz Pintar franjas de colores y etiquetar jumpers por sectores Sector 1: naranja Sector 2: gris Sector 3: amarillo		
6. Sellar Conectores	Sellar conectores de GSM con vulcanizante		
7. Instalar TMAs	Se instalan en forma Back to Back en el soporte de la Antena Instalar de forma vertical con el aterramiento hacia abajo Aterramiento de TMAs con cable verde 6AWG a TGB conectar Jumpers de la antena al TMA		
8. Instalar Feeders	instalar Feeders por recorrido vertical de torre según lo indicado en la ingeniería preliminar		

ANEXO 2

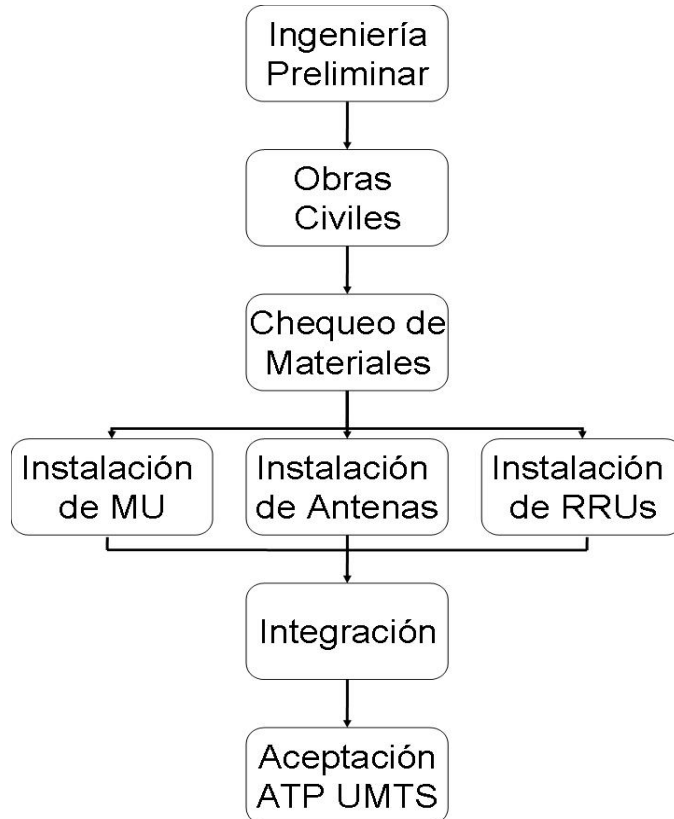


PLAN DE INSTALACIÓN
UMTS



**CARDÓN
3027**

Flujo de trabajo para implementar UMTS en una nueva estructura de soporte



FECHA: _____

ADECUACIONES - PROPUESTA OUTDOOR UMTS

1	PROPUESTA DE UBICACION MU OUTDOOR:	Modelo RBS a instalar:	3418 <input type="checkbox"/>	3518 <input type="checkbox"/>	3106 <input type="checkbox"/>	
		Ubicación:	Loza de concreto <input type="checkbox"/>	Tubo en piso <input type="checkbox"/>		
			Jaula <input type="checkbox"/>	Pared <input type="checkbox"/>		
			Gabinete 2106 <input type="checkbox"/>			
Observaciones: _____						
2	PROPUESTA DE UBICACIÓN DE LA UNIDAD DE RADIO RRU	Torre/Monopolo <input checked="" type="checkbox"/>				
		RRU	Tipo de Tubo de Sujeción de	Nuevo/Existente	Altura	Ubicación
		Sector 1		Nuevo	60m	Plataforma Estrella
		Sector 2		Nuevo	60m	Plataforma Estrella
		Sector 3		Nuevo	60m	Plataforma Estrella
		Mástil existente <input type="checkbox"/>				
		RRU	Tipo de	Nuevo/Existente	Altura	Ubicación
Sector 1						
Sector 2						
Sector 3						
Tubo en piso: <input type="checkbox"/>						
Ubicación: _____ Altura: _____						
3	MOVIMIENTOS DE EQUIPOS:	Requiere:	Si <input type="checkbox"/>	No <input checked="" type="checkbox"/>		
		Explicar:	se deben instalar antenas Multiport que seran compartidas por UMTS con la tecnologia GSM existente			
4	ESCALERILLAS VERTICALES NUEVAS:	Requiere:	Si <input type="checkbox"/>	No <input checked="" type="checkbox"/>		
		Tipo:	Hierro <input type="checkbox"/>	Aluminio <input type="checkbox"/>	Acero Galvanizado <input type="checkbox"/>	
		Dimensiones (HxWxL):				
		Observaciones:	Se utilizará la Escalera Vertical Existente en Torre, en actual construccion por Movilnet			
5	ESCALERILLAS HORIZONTALES NUEVAS:	Requiere:	Si <input type="checkbox"/>	No <input checked="" type="checkbox"/>		
		Tipo:	Hierro <input type="checkbox"/>	Aluminio <input type="checkbox"/>	Acero Galvanizado <input type="checkbox"/>	
		Dimensiones (HxWxL):				
		Observaciones:	Se utilizarán las Escaleras Horizontales Existentes en shelter y exteriores. Escalera horizontal nueva actualmente en construcción por Movilnet			
6	SOPORTE DE ANTENAS NUEVOS:	Tipo	Cantidad	Altura	Arista	Observaciones
		N/A				
		N/A				
		N/A				
		Observaciones:	Para los tres sectores de UMTS se utilizarán las H-MOVIL a ser instalados en la nueva torre para ubicar las nuevas antenas multiport			
7	CANALIZACION NUEVA PARA E1's:	Requiere:	Si <input type="checkbox"/>	No <input checked="" type="checkbox"/>		
		Tubería:	Tipo:	Diámetro:		
		Observaciones:	Se realizara por escalerillas indoor existentes.			
10	CANALIZACION EXISTENTE PARA E1's:	Requiere:	Si <input checked="" type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>		
		Tubería:	Tipo:	Diámetro:		
		Trayectoria:	Inicio: shelter	Fin: Ubicación de la Nueva BTS GSM		
		Observaciones:	se utilizara recorrido de transmisión dentro del shelter por las escalerillas existentes			
11	CAJA DE PASO EXISTENTE PARA E1's:	Requiere:	Si <input type="checkbox"/>	No <input checked="" type="checkbox"/>		
		Ubicación:				
		Requiere ponchadura:	Si <input type="checkbox"/>	No <input checked="" type="checkbox"/>		
		Observaciones:				
8	CANALIZACION NUEVA PARA ENERGIA:	Requiere:	Si <input checked="" type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>		
		Tubo LT:	Diámetro: 1"	Longitud: 10 m		
		Tubo LT:	Diámetro: _____	Longitud: _____		
		Tubo Ericsson:	Diámetro: 1"	Longitud: 60,00 m		
		Observaciones:	Se requieren 10,00mts de tubería LT de 1" para el recorrido horizontal de energía desde ventana pasaguas hasta primera caja de paso a instalar. Se requieren 60,00mts de Tube Kit para el recorrido vertical en Torre.			

10 CANALIZACION EXISTENTE PARA ENERGIA:	Requiere:	Si <input checked="" type="checkbox"/>	No <input checked="" type="checkbox"/>
	Tuberia:	Tipo: N/A	Diámetro: N/A
	Trayectoria:	Inicio:	Fin:
	Observaciones:	La canalización de energía indoor será por escalerillas horizontales existentes.	

11 CAJA DE PASO EXISTENTE PARA ENERGIA:	Requiere:	Si <input type="checkbox"/>	No <input checked="" type="checkbox"/>
	Ubicación:		
	Requiere ponchadura:	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
	Observaciones:		

9 CAJA DE TRANSICION DC:	Requiere:	Si <input type="checkbox"/>	No <input checked="" type="checkbox"/>
	Cantidad:		
	Ubicación:		
	Observaciones:		

10 CANALIZACION NUEVA PARA F.O:	Requiere:	Si <input checked="" type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
	Tubo LT:	Diámetro: 1"	Longitud: 22m
	Tubo Ericsson:	Diámetro: 1"	Longitud: 60m
	Observaciones:	Se realizara la trayectoria desde la ventana pasaguías con tubería LT 1" 1" long. 10,00m, hasta la Nueva Caja Plexo propuesta para hacer el cambio de Tubería de LT a Tube Kit. Se requiere Instalar 60,00 m de Tubería Tube Kit para la Canalización del Cableado de F.O en Torre. Se requieren 4,00 de LT 1" por sector desde ultima caja plexo hasta los RRU's.	

11 CAJA PLEXO:	Requiere:	Si <input checked="" type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
	Cantidad:	3	
	Ubicación:		
	Observaciones:	Se requiere instalar 1 Caja de Plexo a 2,20 m de Altura en la escalerilla vertical en torre para realizar el cambio de Tubería LT a Tube Kit. Se requiere una caja plexo a 32,20mts para descanso de TUBE KIT. se requiere una caja plexo a 57,60m para llegada a RRU's.	

12 CAJA PARA SOBRANTE DE FIBRA:	Requiere:	Si <input checked="" type="checkbox"/>	No <input checked="" type="checkbox"/>
	Cantidad:		
	Ubicación:		
	Observaciones:	Se ubicaran en nuevo rack de 19" debajo de la MU	

Barra	Requiere	Tamaño	Ubicación
MGB Plataforma	NO		
MGB Losa	NO		
CGB	NO		
TGB 1	SI	20"x4"x1/4"	En escalerilla Vertical a 58,00m.
TGB 2	NO		
TGB 3	NO		

ADECUACIONES - PROPUESTA INDOOR UMTS

1 PROPUESTA DE UBICACION MU INDOOR:	Modelo RBS a instalar:	3418	<input type="checkbox"/>
	Ubicación:	Rack 19"	<input type="checkbox"/> Pared <input type="checkbox"/>
	N/A		
	Observaciones:		

2 MOVIMIENTOS DE EQUIPOS:	Requiere:	Si <input type="checkbox"/>	No <input checked="" type="checkbox"/>	
	Explique:			
	N/A			

3 ESCALERILLAS VERTICALES NUEVAS:	Requiere:	Si <input type="checkbox"/>	No <input checked="" type="checkbox"/>
	Tipo:	Hierro <input type="checkbox"/>	Aluminio <input type="checkbox"/>
		Acero Galvanizado <input type="checkbox"/>	
	Dimensiones (HxWxL):		
N/A			
Observaciones:			

4 ESCALERILLAS HORIZONTALES NUEVAS:	Requiere:	Si <input type="checkbox"/>	No <input checked="" type="checkbox"/>
	Tipo:	Hierro <input type="checkbox"/>	Aluminio <input type="checkbox"/>
		Acero Galvanizado <input type="checkbox"/>	
	Dimensiones (HxWxL):		
N/A			
Observaciones:			

5 CANALIZACION INDOOR PARA F.O:	Requiere:	Si <input checked="" type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
	Tubo Coarrugado:	Diámetro: 1"	Longitud: 12 mts
		Diámetro:	Longitud:
	Observaciones:		

Barra	Requiere	Tamaño	Ubicación
MGB	NO		
AGB	NO		
CGB	NO		

CABLEADO EXTERNO - PROPUESTA UMTS

1	CABLEADO ENERGÍA MU:	Requiere:	Si <input checked="" type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>			
		Calibre:	2x10AWG	Longitud:	8,00M		
		Observaciones:	La MU se ubicará en nuevo rack de 19" a ser ubicado en shelter y se alimentará del equipo Intergy con un breaker de 1x20A en el panel de +24 VDC				
2	CABLEADO ENERGÍA RRU's:	RRU	Longitud (m)	Calibre	Cantidad	Observaciones	
		Sector 1	100	10mm2	1		
		Sector 2	100	10mm2	1		
		Sector 3	100	10mm2	1		
3	BREAKERS:	Equipo	Cantidad	Capacidad	Voltaje	Rectificador	
		RRU	3	1x16	@ -48 Vdc	INTELEC	
		MU	1	1x20	@ +24 Vdc	INTELEC	
		BTS 2106	N/A	N/A	N/A	N/A	
4	CABLEADO DE ATERRAMIENTO:	Equipo	Longitud (m)	Calibre	Terminal	Observaciones	
		RRU Sector 1	5m	6 AWG	DOBLE OJO	Se aterrará en nueva barra	
		RRU Sector 2	5m	6 AWG	DOBLE OJO	Se aterrará en nueva barra	
		RRU Sector 3	5m	6 AWG	DOBLE OJO	Se aterrará en nueva barra	
		MU	5m	2 AWG	C-TAP	Anillo existente en shelter	
5	CABLEADO DE TRANSMISIÓN MU:	Tipo de conexión:	E1 <input checked="" type="checkbox"/>	Ethernet <input type="checkbox"/>			
		Afirmativo E1:	Cantidad de E1's: 4				
		Afirmativo Ethernet:	Longitud Cable Coaxial: 10 mts Conector: BNC				
		Observaciones:	Longitud Cable UTP:				
6	NUEVOS OVP:	Requiere:	Si <input type="checkbox"/>	No <input checked="" type="checkbox"/>			
		Cantidad:					
		Ubicación:					
Observaciones:							

DATOS DE CONFIGURACIÓN

Preparado por UMTS Valentina Cartaya		Documento No. 127 11-IPB 558 3207 Uen	
Aprobado por S/SDLND/Gerardo Galindez	Rev. A	Fecha 23/11/2009	Archivo 3207 CARDÓN.xls

Proyecto: **MOVILNET**
Sitio: **3207, CARDÓN**

1. DATOS FISICOS NODO B

1.1	Coordenadas geográficas	N 70° 12' 32.07"	W 11° 38' 7.12"
1.2	Dirección	VIA PUNTA CARDON ENTRE INTERCOMINAL PUNTO FIJO-PUNTA CARDON CALLE BACHILLER. PTO FIJO.	
1.3	Tipo de construcción	Terreno	
1.3	Tipo de estructura	Torre autosoportada	
1.4	Ubicación	Indoor	
1.5	Material del techo	Techo falso	
1.6	Material de piso	Madera	
1.7	Aire acondicionado	N/A	

2. DATOS TECNICOS NODO B

2.1	Sistema a instalar	WCDMA 1900		
2.2	RBS	RBS 3418		
2.3	No. de sectores	3		
2.4	No. de portadoras	3x1		
2.5	Tipo de sitio	A		
2.6	Tipo de sector	1	2	3
		2	2	2

3. DATOS TÉCNICOS MAIN UNIT (MU)

3.1	Fuente de alimentación	+24VDC
3.2	Máximo consumo de energía	0.13 Kw
3.3	Breaker Principal	20 A
3.4	Disipación de calor	0.26 Kw.
3.5	Dimensiones (HxWxD mm)	177X483X271
3.6	Peso (Kg)	20
3.7	Ubicación	Rack 19"

4. DATOS TÉCNICOS RADIO REMOTE UNIT (RRU)

4.1	Tipo de RRU	RRU 22 1940					
4.2	Fuente de alimentación	-48VDC					
4.3	Consumo de energía máximo	0.31 Kw.					
4.4	Breaker principal	16 A					
4.5	Disipación de calor	0,29 Kw.					
4.6	Dimensiones (HxWxD mm)	571x365x292					
4.7	Peso (Kg)	24					
4.8	Colocación de las RRU	Monopolo/Torre					
4.9	Longitud del cable de alimentación RRU (m)	Sector 1	100	Sector 2	100	Sector 3	100

5. DATOS TECNICOS DEL OIL

5.1	Mínimo radio de flexibilidad	100 mm					
5.2	Máxima fuerza extensible	300 N					
5.3	Longitud máxima de cable OIL	50 mts					
5.4	Longitud Optical Interface Link (OIL) (m)	Sector 1	100	Sector 2	100	Sector 3	100
5.6	Tipo de Conector	LC/ODC					

DATOS DE CONFIGURACIÓN

Preparado por UMTS Valentina Cartaya		Documento No. 127 11-IPB 558 3207 Uen	
Aprobado por S/SDLDND/Gerardo Galindez	Rev. A	Fecha 23/11/2009	Archivo 3207 CARDÓN.xls

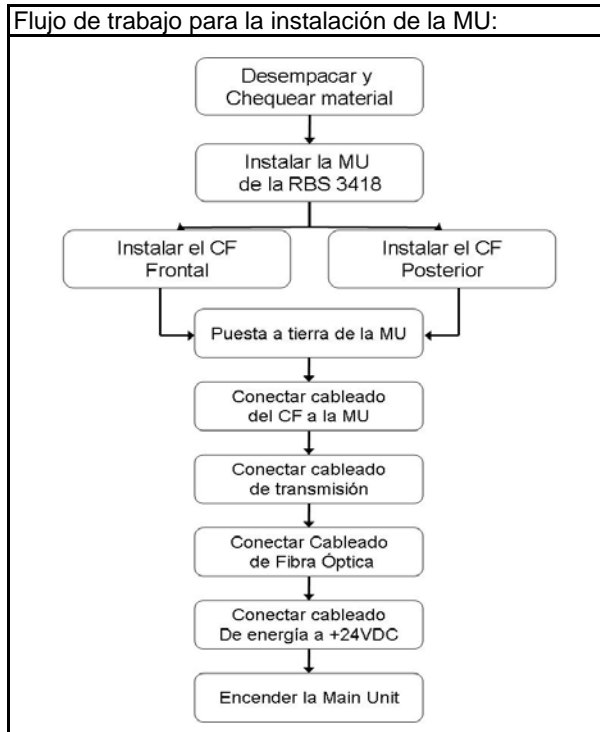
Proyecto: **MOVILNET**
 Sitio: **3207, CARDÓN**

7. DATOS TECNICOS SISTEMA DE ANTENAS

	1	2	3
7.1 Sectores			
7.2 Tipo de antena	TBXLHA-6565C-VTM	TBXLHA-6565C-VTM	TBXLHA-6565C-VTM
7.3 Altura	60	60	60
7.4 Azimuth	70°	180°	345°
7.5 Tilt Mecánico	0°	0°	0°
7.6 Tilt Eléctrico	4°/4°/4°	0°/0°/0°	0°/0°/0°
7.7 Tipo de amplificador	N/A	N/A	N/A
7.8 Longitud del Feeder (m)	N/A	N/A	N/A
7.9 Tipo de Feeder	N/A	N/A	N/A

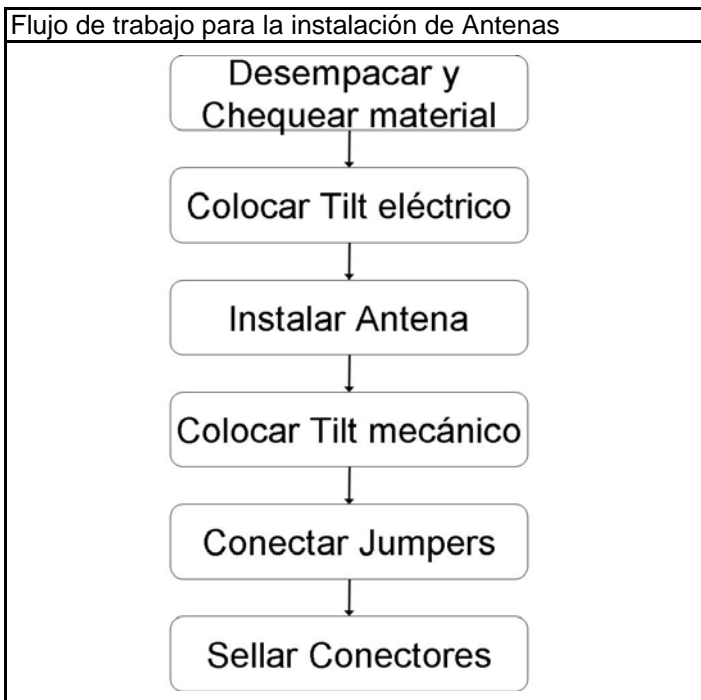
8. PARÁMETROS DE TRANSMISION

8.1 Tipo de transmisión	4 E1
8.2 Tipo de conexión en el DF	BNC



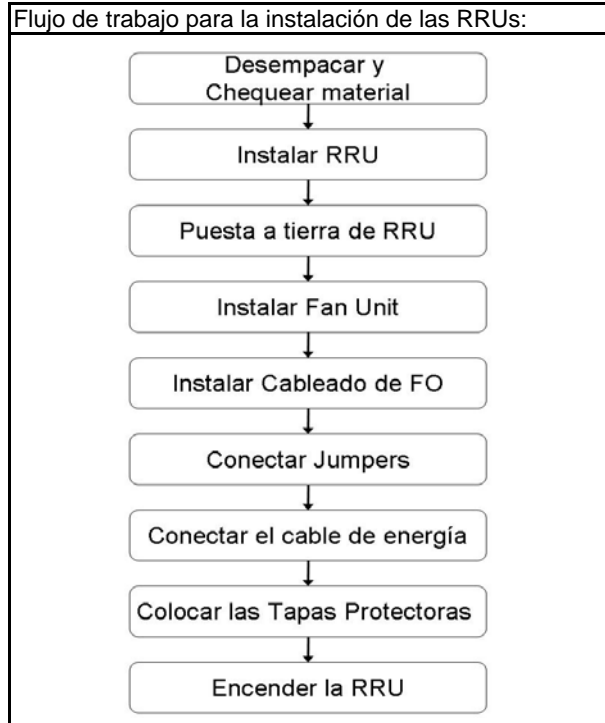
Para todo el proceso de instalación ver documento de instalación de la MU 3418: *Installation RBS 3418 Quick Guide*

1. Desempacar y chequear Material:	Verificar que los materiales entregados concuerdan con lo que se especificó en el SID
2. Instalar MU	indoor: Rack 19": se instala en 6U del rack outdoor: N/A
3. Instalar Conection Field	frontal: Se debe cablear primero la parte posterior del Conection Field y luego fijarlo por debajo de la MU, <i>ver guía rápida de instalación de MU 3418</i>
4. Puesta a Tierra de MU y CF	Hacer conexión de aterramiento: 1°: Conexión de tierra entre MU y CF 2°: Conexión de tierra de CF a rack de 19" Conectar barra de aterramiento del rack al anillo existente con conector C-Tap
5. Conectar Cableado del CF a la MU	Para realizar el cableado ver guía rápida de instalación de la MU 3418.
6. Conectar cableado de transmisión	Conectar Cableado de E1s y etiquetar por sectores
7. Conectar Cableado de FO	Conectar Cableado de FO y etiquetar por sectores
8. Conectar Cableado de energía	Conectar Cableado de Alimentación de +24VDC a MU
9. Encender la MU	Chequear el estatus en los indicadores: indicadores de energía indicadores de Fan unit indicadores de conexiones de FO indicadores de tarjetas de MU <i>ver documento Verification of Installation al Site, MU</i>



Para todo el proceso de instalación ver documento de instalación de las antenas:
WCDMA Antenna System Installation Instruction

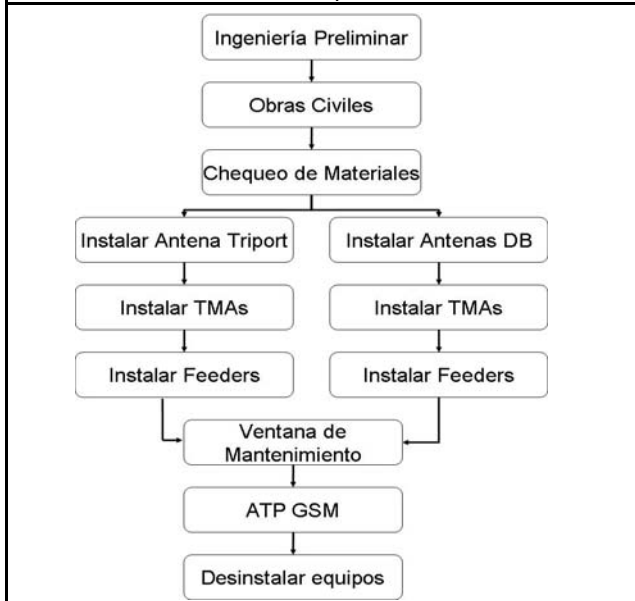
1. Desempacar y chequear Material:	Verificar que los materiales entregados concuerdan con lo que se especificó en el SID		
2. Colocar Tilt eléctrico	Colocar Tilt eléctrico en piso antes de subir la antena con el valor indicado en el tubo central de color negro Sector 1: 4° Sector 2: 0° Sector 3: 0°		
3. Instalar Antena	Instalar Antena según ubicación indicada en plano		
	Sector 1:	Az=70°	h=60m soporte H-MOVIL
	Sector 2:	Az=180°	h=60m soporte H-MOVIL
	Sector 3:	Az=345°	h=60m soporte H-MOVIL
4. Colocar Tilt mecánico	Colocar Tilt mecánico con el valor indicado Sector 1: 0° Sector 2: 0° Sector 3: 0°		
5. Conectar Jumpers	Conectar Jumpers en los puertos centrales de color negro Pintar franjas de colores y etiquetar jumpers por sectores Sector 1: Rojo Sector 2: Amarillo Sector 3: Azul		
6. Sellar Conectores	Sellar conectores de UMTS con vulcanizante		



Para todo el proceso de instalación ver documento de instalación de la RRU: *Installation Instruction, RRU22*

1. Desempacar y chequear Material:	Verificar que los materiales entregados concuerdan con lo que se especificó en el SID
2. Instalar RRU	instalar RRUs según ubicación indicada en el plano:
	Sector 1: h=60m Tubo de sujección PLATAFORMA ESTRELLA
	Sector 2: h=60m Tubo de sujección PLATAFORMA ESTRELLA
	Sector 3: h=60m Tubo de sujección PLATAFORMA ESTRELLA
3. Puesta a tierra de RRUs	Conectar a tierra con cable verde de 6AWG Sector 1: Barra TGB h=58m Sector 2: Barra TGB h=58m Sector 3: Barra TGB h=58m
4. Instalar Fan Unit	<i>Ver documento de instalación de la RRU</i>
5. Instalar cableado de FO	Conectar Cable de FO de cada sector y etiquetar por sectores
6. Conectar Jumpers	Conectar Jumpers de cada Sector a las RRUs Pintar franjas de colores y etiquetar jumpers por sectores Sector 1: Rojo Sector 2: Amarillo Sector 3: Azul
7. Conectar cable de energía	Conectar cable de energía de -48V a cada sector
8. Colocar tapas protectoras	Colocar las tapas protectoras y etiquetar las RRUs por sectores
9. Encender la RRU	Encender las RRUs y verificar el estatus de los indicadores

Flujo de trabajo para instalar sistema radiante GSM en una nueva estructura de soporte



1. Desempacar y chequear Material:	Verificar que los materiales entregados concuerdan con lo que se especificó en el SID		
2. Colocar Tilt eléctrico		GSM 850MHz	GSM 1900MHz
	Sector 1:	4°	4°
	Sector 2:	0°	0°
	Sector 3:	0°	0°
3. Instalar Antena (si se usa antena DualBand)	Instalar Antena según ubicación indicada en plano si se instala antena Dual Band		
		Azimuth	Altura
	N/A		soporte
	Sector 1:		
	Sector 2:		
	Sector 3:		
4. Tilt mecánico (si se usa antena DualBand)	Colocar Tilt mecánico con el valor indicado		
	Sector 1:		
	Sector 2:		
	Sector 3:		
5. Conectar Jumpers	Conectar Jumpers: puerto rojo 850MHz y puerto azul 1900MHz Pintar franjas de colores y etiquetar jumpers por sectores Sector 1: naranja Sector 2: gris Sector 3: amarillo		
6. Sellar Conectores	Sellar conectores de GSM con vulcanizante		
7. Instalar TMAs	Se instalan en forma Back to Back en el soporte de la Antena Instalar de forma vertical con el aterramiento hacia abajo Aterramiento de TMAs con cable verde 6AWG a TGB conectar Jumpers de la antena al TMA		
8. Instalar Feeders	instalar Feeders por recorrido vertical de torre según lo indicado en la ingeniería preliminar		