

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

PLANEACIÓN Y DISEÑO DE UNA RED CELULAR 3G UTRAN PARA LA CIUDAD DE RIOBAMBA

PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERA EN LA ESPECIALIDAD DE ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES

Ramírez Avalos Olga Natalí

naty_ramirez_a@hotmail.com

Director: Ing. Mario Cevallos Villacreses

mario.cevallos@epn.edu.ec

Quito, Octubre del 2009

DECLARACIÓN

Yo, Ramírez Avalos Olga Natalí, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y he consultado referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la ley de propiedad intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.

Ramírez Avalos Olga Natalí

DECLARACIÓN

Yo Olga Natalí Ramírez Avalos, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

Natalí Ramírez Avalos

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por la Señorita Olga Natalí Ramírez Avalos bajo mi supervisión.

Ing. Mario Cevallos

AGRADECIMIENTOS

Quiero aprovechar este espacio para reiterar mi profundo agradecimiento a todas las personas que contribuyeron para que fuera posible la culminación de este proyecto.

Al Ing. Richard Veintimilla quien constantemente estuvo guiándome en el desarrollo de este proyecto, apoyándome con su conocimiento y vitalidad, animándome en los momentos difíciles de este proceso.

Al Ing. Esteban Gallegos quien me facilitó los recursos que me hicieron falta en el transcurso de la elaboración de este proyecto conjuntamente con su tiempo y conocimiento.

Al Ing. Carlos Yaneth y Oscar Díaz, quienes me facilitaron el tema del proyecto de titulación y supieron entender y apoyarme en los momentos que requería permisos en horas laborales.

A Nadia Cueva quien me ayudó esclareciendo los procedimientos a seguir para la elaboración de ciertos documentos de este proyecto de titulación.

Al grupo de trabajo del Proyecto de Optimización y Benchmarking, quienes supieron apoyarme en los momentos difíciles de la elaboración de este proyecto, otorgándome flexibilidad en el horario laboral para el cumplimiento de mis obligaciones.

A todas las personas que de alguna manera intervinieron para hacer posible y llevar a feliz término este proyecto.

DEDICATORIAS

Quisiera dedicar mi tesis primero a DIOS quien siempre a iluminado mi camino, ha sido partícipe de todos los logros y tropiezos que he tenido en la vida y quien me ha ayudado a levantarme de cada uno de ellos, ese DIOS que nunca me abandona y al cual le estaré eternamente agradecida.

A mis padres que han luchado día a día para darme lo mejor y se han sacrificado constantemente sin importar que tan dura se ponga la situación, son los seres que más amo y sé cuanto deseaban que llegue este momento.

También quiero dedicar este logro a mis hermanos y hermanas porque todos somos uno y se la magnitud tan grande con la que comparten mi felicidad.

INDICE GENERAL

Carátula.....	I
Declaración.....	II
Certificación.....	III
Agradecimientos.....	IV
Dedicatorias.....	V
Introducción.....	XII
Presentación.....	XIII

CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN

1.1 Planteamiento del Diseño.....	2
1.2 Objetivos.....	3
1.2.1 Objetivo General.....	3
1.2.2 Objetivos Específicos.....	3

CAPITULO 2: ANTECEDENTES

2.1 UMTS.....	6
2.1.1 Principales Características de la Tecnología UMTS.....	7
2.1.2 Elementos de la Red UMTS.....	7
2.1.3 Tecnologías de Interfaces de Aire que Maneja la Red UMTS.....	7
2.2 Red Celular de Tercera Generación UTRAN.....	8
2.2.1 Teoría Básica de WCDMA.....	8
2.2.2 Sistema WCDMA y Asignación de Frecuencias.....	11
2.2.2.1 FDD.....	12
2.2.2.2 TDD.....	13
2.3 Descripción General de una Red de Tercera Generación UTRAN.....	14
2.3.1 Función Principal de la Red UTRAN.....	14
2.3.2 Interfaces Externas.....	14
2.3.3 Elementos de la Red UTRAN.....	14
2.3.3.1 RNC.....	15
2.3.3.1.1 Arquitectura del RNC.....	16
2.3.3.1.2 Capacidades del RNC.....	20
2.3.3.1.3 Tareas que cumple el RNC.....	21
2.3.3.2 Nodo B.....	22
2.3.3.2.1 Tareas del Nodo B.....	22
2.4 Aspectos de Cobertura y Capacidad.....	23
2.5 Clases de Potencia que maneja el equipo de usuario en UMTS.....	24
2.6 Ventajas y Desventajas de la Red UTRAN respecto a la tecnología actual (GSM).....	25
2.6.1 Ventajas.....	25
2.6.2 Desventajas.....	27
2.7 Similitudes y Diferencias entre los componentes de una Red UTRAN y los Componentes de una Red GSM.....	28
2.7.1 Similitudes.....	28
2.7.2 Diferencias.....	28
2.8 Servicios que brinda UMTS.....	30

2.8.1 Llamadas de Video y Servicios de Video.....	31
2.8.2 Telefonía con Video.....	31
2.9 Herramientas a utilizar en el proceso de elaboración de la planificación y diseño de una Red 3G UTRAN para la ciudad de Riobamba.....	33
2.9.1 Mapinfo Professional.....	33
2.9.1.1 Características que ofrece Mapinfo Professional.....	33
2.9.1.2 Requerimientos del Sistema Operativo para instalar Mapinfo Professional 9.0.....	35
2.10 x - Wizard.....	37
2.10.1 Requerimientos del sistema operativo para Instalar x – Wizard.....	37
2.10.2 Análisis de capacidades y tecnologías compatibles.....	38
2.10.3 Características de la herramienta x – Wizard.....	39

CAPITULO 3: DISEÑO GENERAL DE LA RED DE TERCERA GENERACIÓN PARA LA CIUDAD DE RIOBAMBA

3.1 Diseño General De La Red De Tercera Generación Para La Ciudad De Riobamba.....	41
3.2 Presencia de los sistemas de telefonía celular en Ecuador.....	41
3.2.1 Concesionarios de la telefonía Móvil.....	41
3.2.2 Número de usuarios móviles según el tipo de operadora y tecnología.....	43
3.3 Factor de penetración del servicio celular.....	44
3.4 Datos Demográficos.....	44
3.5 Determinación del área de servicio.....	45
3.6 Determinación del número de posibles usuarios UMTS.....	46
3.7 Interfaz de Aire (Link Budget).....	47
3.7.1 Por Área / Tipo de Terreno (Cluster).....	47
3.7.2 Por Tipo de Usuario / Entorno.....	49
3.7.2.1 Tipo de Celdas.....	50
3.7.3 Por Servicio / Tipo de Portadora.....	51
3.8 Cálculos para la capa de enlace (Link Budget).....	53
3.8.1 Cálculo de la máxima pérdida del enlace (Pathloss) para la portadora Rel'99.....	54
3.8.1.1 Significado de los parámetros.....	54
3.9 Modelo de Propagación.....	58
3.9.1 Modelo de una pendiente.....	58
3.9.2 Cálculo del área de la celda y de la distancia de sitio a sitio.....	59
3.10 Dimensionamiento del Tráfico.....	61
3.10.1 Parámetros de Entrada.....	61
3.10.1.1 Parámetros Generales.....	61
3.10.1.1.1 Fases.....	61
3.10.1.1.2 Área.....	62
3.10.1.2 Descripción de la Red por Área y por Fase.....	62
3.10.1.2.1 Parámetros Comunes.....	62
3.10.1.2.2 Resultados de la capa de enlace (Link Budget).....	63
3.10.1.3 Demanda de tráfico.....	63
3.10.1.4 Criterio de Grado de Servicio.....	63
3.10.1.5 Dimensionado de Cálculo.....	64
3.10.1.5.1 Demanda de tráfico por sitio.....	65

3.11 Parámetros predeterminados para UMTS.....	65
3.11.1 Parámetros de la capa de enlace (Link Budget) para macro celdas....	65
3.12 Estructura del informe SAM.....	68
3.13 Proyecto Riobamba 1.....	75
3.14 Radio de Búsqueda Riobamba 1.....	78
3.15 Mapa de Áreas de Búsqueda (SAM).....	81

CAPÍTULO 4: DISEÑO DE ESTACIONES BASE

4.1 Diseño de Estaciones Base.....	83
4.1.1 Pérdida de potencia debido a la velocidad de transmisión.....	84
4.1.2 Máxima Pérdida del Enlace por Trayectoria (P _{Pathloss}).....	85
4.1.3 Máxima Distancia entre el equipo de usuario y el Nodo B.....	86
4.1.4 Cálculo del número de sitios.....	88
4.2 Dimensionamiento del Tráfico.....	90
4.2.1 Demanda de tráfico por fase.....	91
4.2.2 Demanda de tráfico por área.....	91
4.3 Ubicación teórica y práctica de los Nodos B.....	100

CAPÍTULO 5: TOPOLOGÍA DE LA RED A UTILIZAR

5.1 Topología de la Red a utilizar.....	107
5.2 Descripción de la topología de la Red.....	107
5.3 Plano que muestra la topología de la Red.....	110

CAPÍTULO 6: RESULTADOS Y SIMULACIONES DE PROPAGACIÓN

6.1 Resultados y Simulaciones de propagación.....	112
6.2 Procedimiento para obtener la cobertura brindada por cada nodo B.....	113
6.3 Configuración física y predicciones de cada Nodo B.....	122
6.4 Fotografías Panorámicas y de Cobertura de cada Nodo B.....	130
6.4.1 Fotografías Panorámicas.....	130
6.4.2 Fotografías Directivas.....	132

CAPÍTULO 7: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 Conclusiones.....	135
7.2 Recomendaciones.....	138
7.3 Bibliografía General.....	139
7.4 Referencias.....	141

GLOSARIO	1
-----------------------	---

ANEXOS

Anexo 1 Informes SAM (Mapa de Área de Búsqueda).....	146
Anexo 2 Fotografías Panorámicas.....	199
Anexo 3 Fotografías Directivas.....	214
Anexo 4 Breve Descripción de Google Earth.....	222
Anexo 5 Hoja de Datos de la Antena Utilizada.....	227

INDICE DE FIGURAS

CAPITULO 2: ANTECEDENTES

Figura 2.1	Estructura de la Red UMTS.....	8
Figura 2.2	Teoría Básica de WCDMA.....	10
Figura 2.3	VARIABLES ASIGNADAS A LOS USUARIOS.....	11
Figura 2.4	Asignación del Espectro en algunos de los mercados grandes del mundo.....	12
Figura 2.5	Transmisión de Información en FDD.....	13
Figura 2.6	Transmisión de información en TDD.....	13
Figura 2.7	Cabina RNC.....	15
Figura 2.8	Plataforma IPA 2008.....	16
Figura 2.9	Diagrama de Bloques del RNC.....	17
Figura 2.10	Nodo B Mezcla de Tráfico.....	24
Figura 2.11	Ejemplo de un Soft Handover entre 2 RNC.....	26
Figura 2.12	Elementos e interfaces de un Equipo Móvil.....	29
Figura 2.13	Reducción de la celda entonces disminuye La Capacidad.....	29
Figura 2.14	Aplicación de la Video Llamada.....	32
Figura 2.15	Ejemplos de video móvil.....	32

CAPITULO 3: DISEÑO GENERAL DE LA RED DE TERCERA GENERACIÓN PARA LA CIUDAD DE RIOBAMBA

Figura 3.1	Usuarios de Telefonía Móvil-October 2008.....	42
Figura 3.2	Cobertura esperada en la ciudad de Riobamba.....	46
Figura 3.3	Cluster de la ciudad de Riobamba.....	49
Figura 3.4	Principales elementos de la Red UMTS Release 99.....	51
Figura 3.5	Sitio de Tres Sectores con Celdas Hexagonales.....	60
Figura 3.6	Rango de la celda y distancia de sitio a sitio para celdas hexagonales.....	60
Figura 1	Ubicación de objetivos de cobertura.....	77
Figura 2	Predicción de Riobamba 1.....	80

CAPÍTULO 4: DISEÑO DE ESTACIONES BASE

Figura 4.1	Máxima distancia entre el equipo de usuario y el nodo B.....	86
Figura 4.2	Área de la Celda.....	87
Figura 4.3	Distancia de Sitio a Sitio.....	88
Figura 4.4	Superficie de la zona urbana.....	89
Figura 4.5	Datos de Entrada en la matriz de Nokia Siemens para calcular la demanda de tráfico.....	93
Figura 4.6	Cálculo de la Capacidad del Polo.....	95
Figura 4.7	Cálculo de la Demanda de Tráfico.....	97
Figura 4.8	Elección del porcentaje de bloqueo para cada servicio.....	98
Figura 4.9	Resultado del cálculo.....	99
Figura 4.10	Mapa de Celdas.....	100
Figura 4.11	Ubicación teórica de las estaciones.....	101

Figura 4.12	Ubicación práctica de las estaciones.....	102
Figura 4.13	Cobertura 3G ofrecida a la ciudad de Riobamba.....	105

CAPÍTULO 5: TOPOLOGÍA DE LA RED A UTILIZAR

Figura 5.1	Topología de la Red 3G UTRAN.....	110
------------	-----------------------------------	-----

CAPÍTULO 6: RESULTADOS Y SIMULACIONES DE PROPAGACIÓN

Figura 6.1.....		112
Figura 6.2	Botón para apagar radio bases.....	114
Figura 6.3	Botón para copiar radio bases.....	114
Figura 6.4	Botón para activar la radio base.....	114
Figura 6.5	Ingreso de datos en la Herramienta x-Wizard.....	115
Figura 6.6	Ingreso de Datos en la pestaña RF.....	117
Figura 6.7	Ingreso de Datos en la pestaña Location	118
Figura 6.8	Ingreso de Datos en la pestaña Custom Fields.....	119
Figura 6.9	120
Figura 6.10	120
Figura 6.11	Cobertura del Nodo B Riobamba 1.....	122
Figura 6.12	Cobertura del Nodo B Riobamba 2.....	123
Figura 6.13	Cobertura del Nodo B Riobamba 3	124
Figura 6.14	Cobertura del Nodo B Riobamba 4.....	125
Figura 6.15	Cobertura del Nodo B Riobamba 5.....	126
Figura 6.16	Cobertura del Nodo B Riobamba 6.....	127
Figura 6.17	Cobertura del Nodo B Riobamba 7.....	128
Figura 6.18	Cobertura del Nodo B Riobamba 8.....	129

INDICE DE TABLAS

CAPITULO 2: ANTECEDENTES

Tabla 2.1	Capacidad del RNC según Release 1.....	20
Tabla 2.2	Promedio de cobertura de un Nodo B.....	23
Tabla 2.3	Comparación entre los niveles de potencia de GSM y UMTS.....	24
Tabla 2.4	Comparación entre los niveles de potencia en fase 1.....	25
Tabla 2.5	Mínimos requerimientos del sistema operativo para la instalación de Mapinfo Professional 9.0.....	35
Tabla 2.6	Requerimientos recomendados del sistema operativo para la instalación de Mapinfo Professional 9.0.....	36

CAPITULO 3: DISEÑO GENERAL DE LA RED DE TERCERA GENERACIÓN PARA LA CIUDAD DE RIOBAMBA

Tabla 3.1	Usuarios de telefonía móvil de Octubre del 2008.....	42
Tabla 3.2	Usuarios móviles de Telecsa – Octubre 2008.....	43
Tabla 3.3	Usuarios móviles de Otecel y Conecel – Octubre 2008.....	44
Tabla 3.4	Población en la ciudad de Riobamba.....	45
Tabla 3.5	Posibles tipos de usuarios.....	50
Tabla 3.6	Portadoras para UMTS de acuerdo a Release 99.....	52
Tabla 3.7	Parámetros predeterminados de la capa de enlace (Link Budget).....	66
Tabla	de Objetivos de cobertura de Riobamba 1	76
Tabla	de Configuración Requerida de Riobamba 1.....	79

CAPITULO 4: DISEÑO DE ESTACIONES BASE

Tabla 4.1	Eficiencia del espectro para los diferentes servicios.....	94
Tabla 4.2	Datos para el cálculo de la demanda de tráfico para el enlace de subida (Uplink) y para el enlace de bajada (Downlink).....	96
Tabla 4.3	Ubicación y configuración de cada estación.....	103

CAPÍTULO 6: RESULTADOS DE SIMULACIÓN Y PROPAGACIÓN

Tabla 6.1	Configuración Física de Riobamba 1.....	122
Tabla 6.2	Configuración Física de Riobamba 2.....	123
Tabla 6.3	Configuración Física de Riobamba 3.....	124
Tabla 6.4	Configuración Física de Riobamba 4.....	125
Tabla 6.5	Configuración Física de Riobamba 5.....	126
Tabla 6.6	Configuración Física de Riobamba 6.....	127
Tabla 6.7	Configuración Física de Riobamba 7.....	128
Tabla 6.8	Configuración Física de Riobamba 8.....	129

INTRODUCCIÓN

Dado que en los últimos tiempos está en auge el uso de las nuevas tecnologías en las redes celulares, el proyecto consistió en realizar la “Planeación y Diseño de una red celular 3G UTRAN para la ciudad de Riobamba” con el objetivo de brindar a los usuarios el mejor servicio de telefonía celular de tercera generación.

El proyecto permite conocer los procesos a seguir para realizar la planificación y diseño de estaciones base de tercera generación enfocándonos en brindar el servicio de video llamada, además nos permite conocer cuál es el plan nominal de las estaciones base posterior al diseño y de esta manera establecer la topología de la red según los datos obtenidos.

Una vez obtenido el diseño, obtenemos la predicción de cobertura de cada uno de los sitios a implementar, mediante una herramienta de predicción x – Wizard y así conocer cuál es el alcance de cobertura de cada Nodo B.

Cabe indicar que el principal beneficio de esta red, es que brinda servicios de gran velocidad, limitante que posee GSM, además es posible observar imágenes en tiempo real, característica por la cual es posible realizar video llamadas.

PRESENTACIÓN

El presente trabajo documenta el proceso a seguir para realizar la planificación y diseño de una red celular 3G UTRAN para la ciudad de Riobamba, este proyecto se ha subdividido en siete capítulos que abordan todos los temas relacionados con el proceso.

En el Capítulo 1 se describe el planteamiento del diseño, el mismo que se enfoca en la planificación y diseño de estaciones base para brindar el servicio de video-llamada a la zona urbana de la ciudad de Riobamba, también enlista los objetivos tanto generales como específicos a cumplir en este diseño.

El Capítulo 2 hace una breve descripción del significado de la tecnología UMTS, sucesora de GSM, ya que GSM no tiene posibilidades de evolucionar en velocidad y esta nueva tecnología ofrece dicha característica; habla sobre las características y elementos que conforman la red UMTS.

Siendo WCDMA la interfaz que ocupa esta red, se hace una breve descripción de su significado, y del significado de los recursos de radio que maneja, entre los recursos de radio tenemos: configuración del canal y Handovers, se explican también los diferentes tipos de Handovers.

Este capítulo nos muestra también los modos de operación sobre la banda asignada a UMTS, la descripción general de la red UTRAN, cuál es su función, las interfaces que maneja y los elementos que la conforman, se hace una descripción detallada de cada uno de los elementos que conforman esta red; se presentan las ventajas y desventajas que tiene la red UTRAN frente a GSM, así como las similitudes y diferencias frente a la misma red, también muestra los servicios que es capaz de brindar UMTS gracias a sus características de operación, por último muestra una breve descripción acerca de los programas que se han utilizado durante el desarrollo de este diseño, como son: Mapinfo Professional 9.0 y X_Wizard.

En el Capítulo 3 se hace referencia a los concesionarios de telefonía móvil que existen en el Ecuador y los datos acerca de la telefonía móvil que manejan estos concesionarios según datos brindados por la SUPTEL, además se tienen datos demográficos otorgados por el INEC; con los datos proporcionados se obtiene el factor de penetración del servicio celular.

En este capítulo también se determina el área a la cual se va a brindar el servicio de video llamada, así como el número de posibles usuarios que van a utilizar el servicio, esto se logra a través de varios cálculos cuyas ecuaciones se muestran en este capítulo.

También se menciona que es la capa de enlace (Link Budget) y se tiene una breve descripción de todos los parámetros que interfieren en esta capa, como por ejemplo nos menciona que tipo de terreno tenemos, la clase de portadora que vamos a utilizar, los tipos de usuarios que van a utilizar el servicio, etc, obteniendo con estos datos como resultado el máximo radio de la celda que muestra la cobertura que va a brindar cada sector de un Nodo B, la máxima pérdida del enlace permitida, la distancia que debe existir desde un Nodo B a otro, etc.

Después de conocer los datos de la capa de enlace, se realiza el dimensionamiento de tráfico, el mismo que también se detalla en este capítulo cuyo objetivo principal es verificar que el número de sitios calculado por la capa de enlace (Link Budget), es

suficiente para cubrir la demanda de tráfico real, en el dimensionamiento de tráfico existen valores predeterminados los mismos que se muestran en esta sección. Con todos estos datos se procederá hacer los cálculos respectivos en el Capítulo 4 y con estos resultados junto con lo expuesto en este capítulo se procederá a la elaboración de los informes SAM, cuyo contenido también lo encontramos detallado.

El capítulo 4 menciona en síntesis los datos que se requieren para realizar los cálculos del diseño de los Nodos B, se encuentran los cálculos de: Pérdida de Potencia Debido a la Velocidad de Transmisión, La Máxima Pérdida del Enlace Por Trayectoria (Pathloss), La Máxima Distancia entre el Equipo de Usuario y El Nodo B, La distancia que debe existir entre Nodos B, El cálculo del Número de Sitios necesarios de acuerdo a requerimientos de cobertura para cubrir la zona en estudio. Además se hace el dimensionamiento de tráfico con la ayuda de una herramienta manejada por Nokia Siemens, para conocer de esta manera el número de Nodos B que son necesarios para cumplir con los requerimientos de capacidad y de esta manera realizar una comparación entre los sitios que se requieren por cobertura y capacidad y así obtener el número de sitios que se requieren. Una vez obtenidos estos datos se procede a realizar la posible ubicación de los Nodos B y de acuerdo a determinados criterios se obtiene la ubicación definitiva de los mismos, paralelamente a este proceso se obtiene la configuración física de cada uno de los sitios para cumplir con los objetivos de cobertura.

En el capítulo 5 una vez obtenidos todos los valores necesarios en el capítulo 4, se muestra la Topología de la Red y se hace una breve descripción de los elementos que forman parte de la estructura de esta red.

El Capítulo 6 mostrará los resultados obtenidos del diseño realizado como son: cobertura brindada por cada uno de los Nodos B con los respectivos niveles de señal con los que llega a cada punto, muestra gráficamente el panorama que debe cubrir cada Nodo B, así como los objetivos de cobertura que debe cumplir cada sector de estos Nodos B.

En el Capítulo 7 encontraremos las conclusiones y recomendaciones obtenidas durante la ejecución de este diseño, así como la bibliografía y referencias que se utilizó para realizar este proyecto.

Por último encontraremos los anexos que complementan nuestro trabajo.

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO 1

INTODUCCIÓN

En este capítulo se describirá el planteamiento del diseño y los objetivos del mismo.

1.1 PLANTEAMIENTO DEL DISEÑO

Durante los últimos años está en auge el uso de las nuevas tecnologías en las redes celulares, las cuales permiten el acceso a todo un mundo de información, por lo cual se plantea:

Planificar y diseñar estaciones base con el propósito de brindar un servicio de video-llamada en una plataforma de tercera generación y que esta red cubra la zona urbana de la ciudad de Riobamba.

Para ello vamos a necesitar datos como:

- El tipo de equipo que se va a utilizar para implementar esta red UTRAN (UMTS Terrestrial Radio Access Network), como son el RNC (Radio Network Controller) y los Nodos B, de los cuales sus características se mencionarán posteriormente.
- El tipo de interfaces que se va a encargar de la conexión de este equipo.
- El número de usuarios móviles existentes en la zona de nuestro estudio, tanto en número de operadores como en tipo de tecnología.
- El factor de penetración que nos va a indicar un porcentaje obtenido entre la relación de número de usuarios y el número total de habitantes existentes.
- Datos demográficos, que nos indican el número de posibles usuarios que existen según los organismos pertinentes para acceder a este servicio.
- Determinación del área de servicio, es decir, del área en que se desea brindar cobertura UMTS en la ciudad de Riobamba.

- Determinar el tipo de terreno (cluster) que nos ofrece la ciudad de Riobamba, es decir, el tipo de área que tiene, incluyendo todas sus características.
- Se debe analizar también el tipo de celdas que se va a utilizar para este proceso.
- Determinar el tipo de usuarios para los que se proyecta esta tecnología, pudiendo ser estos usuarios vehiculares, peatones, oficinistas, etc.
- Escoger el modelo de propagación que se va a utilizar para implementar la red UTRAN.
- Determinar el flujo de tráfico que va a cursar a través de nuestro sector de estudio.

Una vez obtenidos todos estos datos, realizar los cálculos que se requieran para obtener los resultados deseados.

Cabe indicar que en el transcurso de la elaboración del documento, se va hacer uso de parámetros comunes como criterio de Grado de Servicio (GoS), criterio de Calidad de Servicio (QoS), entre otros.

Y cada dato mencionado anteriormente será detallado en el Capítulo 3.

1.2 OBJETIVOS

Al realizar el proceso mencionado se persiguen los siguientes objetivos:

1.2.1 Objetivo General

- Planificar y diseñar una red de tercera generación UTRAN para la ciudad de Riobamba con el objetivo de brindar a los usuarios el mejor servicio de telefonía celular de tercera generación.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Conocer el proceso de planificación y diseño de estaciones base para brindar un servicio de video-llamada en una plataforma de tercera generación.
- Realizar el plan Nominal de las estaciones que brindarían el servicio de tercera generación en la ciudad de Riobamba.

- Establecer la topología de la red, según las estaciones asignadas a prestar servicio.
- Simular la propagación una vez que el Plan Nominal esté listo, utilizando una herramienta de predicción que presenta la cobertura y los niveles de señal en toda la ciudad.
- Evaluar el Plan Nominal y analizar la calidad de servicio que finalmente va a recibir el usuario en el momento de acceder a los servicios de tercera generación.

CAPÍTULO 2

ANTECEDENTES

CAPÍTULO 2

INTRODUCCIÓN

Este capítulo se basa en una descripción general de una red celular de tercera generación UTRAN (UMTS Terrestrial Radio Access Network), características de la Red UTRAN, ventajas y desventajas con respecto a la tecnología actual.

Así mismo se dará un detalle de las herramientas que se utilizarán en el proceso de desarrollo de esta tesis.

Previo a la descripción de una Red Celular de Tercera Generación UTRAN se hará una breve descripción de la tecnología UMTS.

2.1 UMTS (Universal Mobile Telecommunications System)

Su acrónimo significa Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles, es la tecnología sucesora de GSM (Global System for Mobile Communications), ya que GSM, no tenía la posibilidad de evolucionar en servicios de velocidad, que es lo que ofrece la denominada Tercera Generación (3G).

Estos servicios de alta velocidad son los que le permiten transmitir audio y video en tiempo real, así como brindar un servicio de voz con la calidad comparable a la de las redes fijas, además posee una gran capacidad multimedia pudiendo brindar óptimos servicio de datos.

Cabe indicar que la red UMTS usa una comunicación terrestre basada en una interfaz de radio W-CDMA., conocida como UTRA (UMTS Terrestrial Radio Access).

2.1.1 Principales Características de la Tecnología UMTS

- Permite introducir muchos mas usuarios a la red global del sistema llegando hasta una velocidad de 2Mbps por usuario móvil.
- Facilidad de uso y bajos costos, asegurándose así la gran aceptación en el mercado.
- Nuevos y mejorados servicios, sin descuidar que el servicio de voz seguirá siendo líder por muchos años.

2.1.2 Elementos De La Red UMTS

La red UMTS está conformada por tres elementos:

- Núcleo de Red o Core Network
- Red de Acceso de Radio (UTRAN)
- Equipo de Usuario

2.1.3 Tecnologías de Interfaces de Aire que Maneja la Red UMTS

La red UMTS maneja varias tecnologías de interfaces de aire como se muestran a continuación:

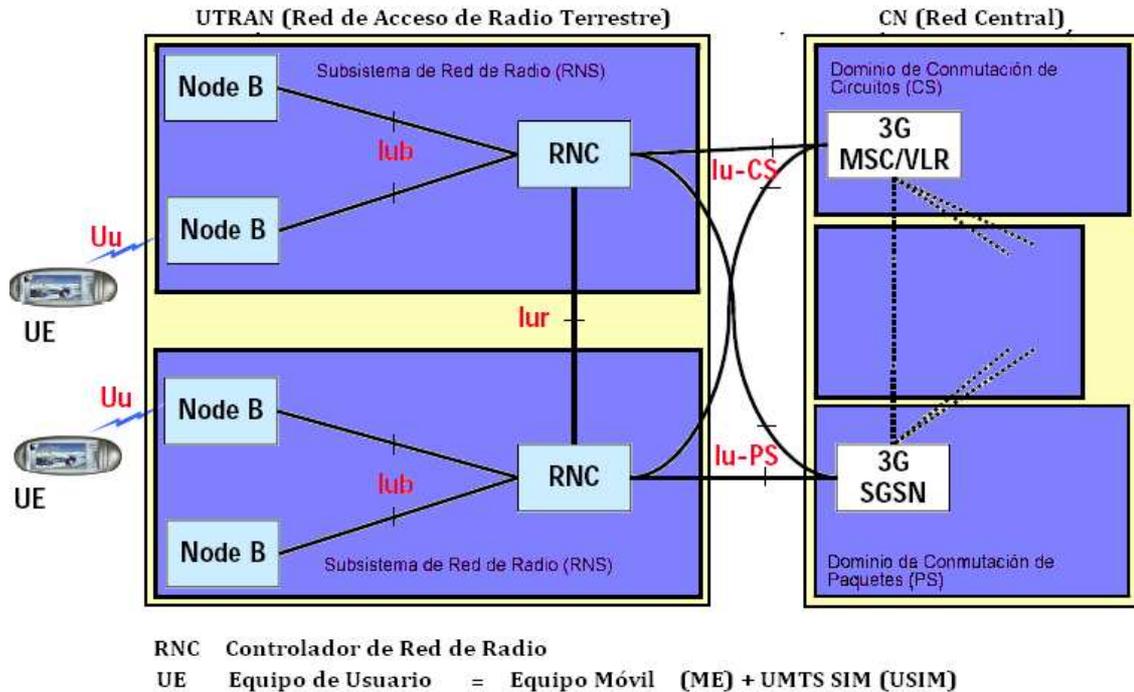
- GSM-EDGE
- WCDMA
- WLAN; y
- Posiblemente UMTS – Release 6

De estas tecnologías de interfaz de aire posteriormente designaremos cual nos es útil para nuestro estudio.

Sabiendo que la Red de Acceso de Radio UTRAN, es parte de una red UMTS, vamos a brindar una descripción general de la Red Celular de Tercera Generación UTRAN.

2.2 RED CELULAR DE TERCERA GENERACION UTRAN

Una red UTRAN, es conocida como una red de acceso de radio (RAN) UMTS, que conecta al terminal con la red central.



[1]

Figura 2.1 Estructura de la Red UMTS

La tecnología que se ocupa para manejar los recursos de radio, es la tecnología WCDMA, la misma que se utilizará en el diseño de la Red UTRAN; por lo tanto daremos una breve descripción acerca de esta tecnología:

2.2.1 Teoría Básica de WCDMA

“Wideband Code Division Múltiple Access, que es español significa “Acceso Múltiple por División de Código de Banda Ancha”

REFERENCIAS

[1] DOCUMENTO DE NOKIA NETWORK OV CTXX5318EN 3GSYSTR.PDF

WCDMA es la conexión que hace posible el paso de GSM a 3G, es el producto de un proyecto elaborado por la sociedad 3GPP, cuyo propósito fue el asegurar la interoperabilidad entre diversas redes 3G.

Esta tecnología de interfaz de aire nos ofrece una velocidad de transmisión de datos de hasta 384 Kbps para coberturas amplias y hasta 2 Mbps para coberturas reducidas; también nos ofrece alta flexibilidad para adaptarse con facilidad a los requerimientos de la aplicación que se esté manejando.

WCDMA es la tecnología que se encarga del manejo de los recursos de radio, de la siguiente manera:

- **Configuración del Canal.-** esto se refiere a cuantos canales de tráfico y cuantos canales de control pueden ser usados en la RAN, en conexión con la red de planeación de radio.
- **Handovers.-** estos son controlados por el RNC, sin embargo pueden ser iniciados por la estación móvil (MS) ó el RNC. Existen los siguientes tipos de handovers:

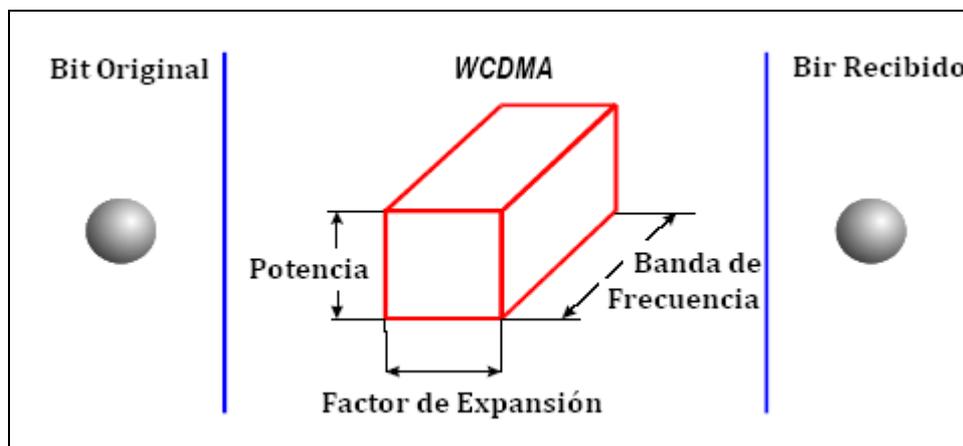
Soft, Softer and Hard HO con Intra e Inter RNC Handovers

Soft Handover.- El móvil puede establecer conexiones simultáneas a través de varias estaciones con continuidad, de esta forma no se interrumpe la comunicación; para ello requiere técnicas de combinación de señales para obtener un único flujo de información. Hay que tener en cuenta que en este tipo de handover se reduce el efecto de ping – pong propio del hard handover.

Softer Handover.- el móvil puede establecer conexiones simultáneas entre sectores de la misma estación base con continuidad, las técnicas de combinación de señales para obtener un único flujo de información son diferentes a las empleadas en el soft handover.

Hard Handover.- la conmutación al nuevo canal se hace después de liberar recursos del antiguo, no existe continuidad. Se debe terminar una llamada para empezar otra.

En WCDMA el ancho de banda de frecuencia fijo para la transmisión de información es de (4.4-5Mhz) según las especificaciones. Sin embargo la potencia y la propagación son variables, ver la Figura 2.2.



[1]

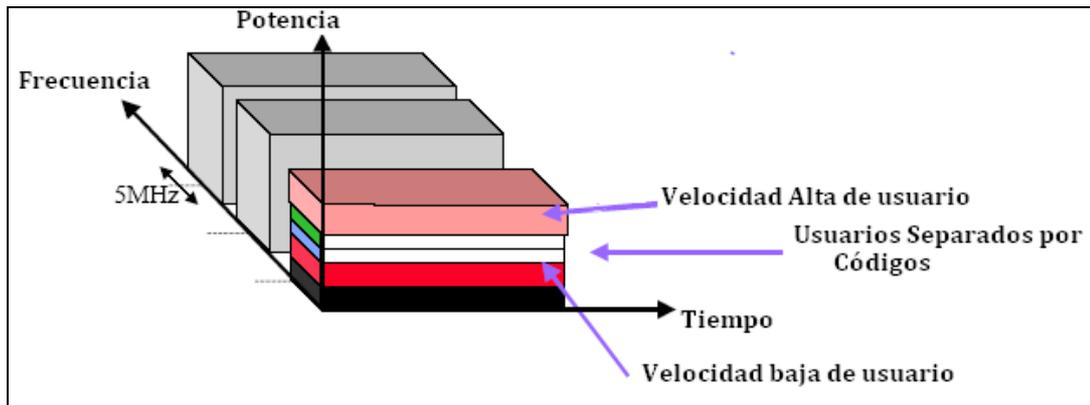
Figura 2.2 Teoría Básica de WCDMA

El factor de propagación indica hasta donde somos capaces de difundir los datos sobre el ancho de banda fijo.

Hay que tener en cuenta que en WCDMA la potencia y el factor de propagación podrían ser diferentes para la video llamada, ya que si el conjunto de bits enviados tienen una baja velocidad entonces la propagación es mejor, este conjunto de bits solo pueden adquirir altas velocidades si los retardos son pequeños, así entonces para el acceso a Internet la velocidad de los datos es muy baja pero son menos estrictos en el tiempo de retardo, en la Figura 2.3 podemos observar como están distribuidas las variables que le han sido asignadas al usuario:

REFERENCIAS

- [1] DOCUMENTO DE NOKIA NETWORK OV CTXX5318EN 3GSYSTR.A.PDF



[2]

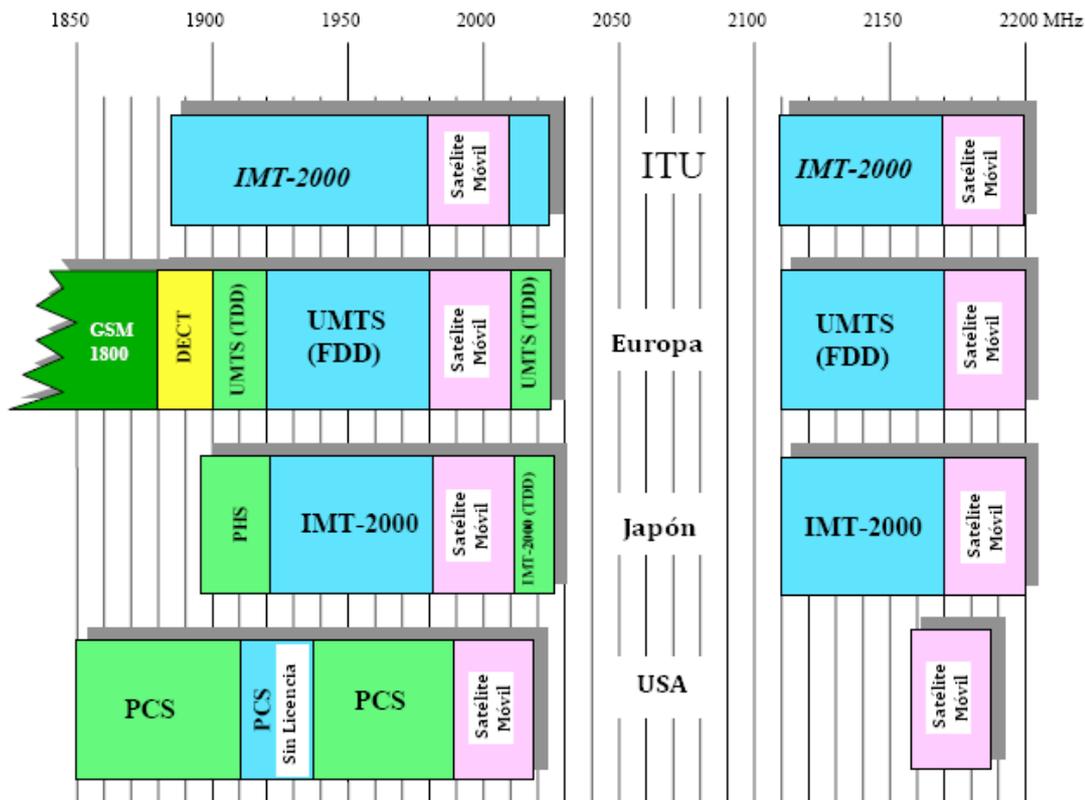
Figura 2.3 Variables Asignadas a los Usuarios

2.2.2 Sistema WCDMA y Asignación de Frecuencias

La primera parte para el desarrollo de este nuevo sistema es la asignación del espectro. Para UMTS esta asignación fue propuesta alrededor de 1992. La Figura 2.4 muestra el espectro que ha sido asignado a UMTS en los mercados mas grandes del mundo excepto en USA en donde se tenía reservada a la banda de 2GHz para 3G.

REFERENCIAS

[2] DOCUMENTO DE NOKIA NETWORK OV CTXX5321EN 3GSYSTR.A.PDF



[2]

Figura 2.4 Asignación del Espectro en Algunos de los Mercados más Grandes del Mundo

Ahora, dentro de la asignación de bandas hay dos bandas reservadas para 3G en las especificaciones de UMTS, estas son:

- UMTS-FDD; y
- UMTS-TDD

Estas asignaciones son basadas en dos diferentes estructuras de WCDMA, lo que le permite dos modos de operación.

2.2.2.1 FDD (Frequency Division Duplex)

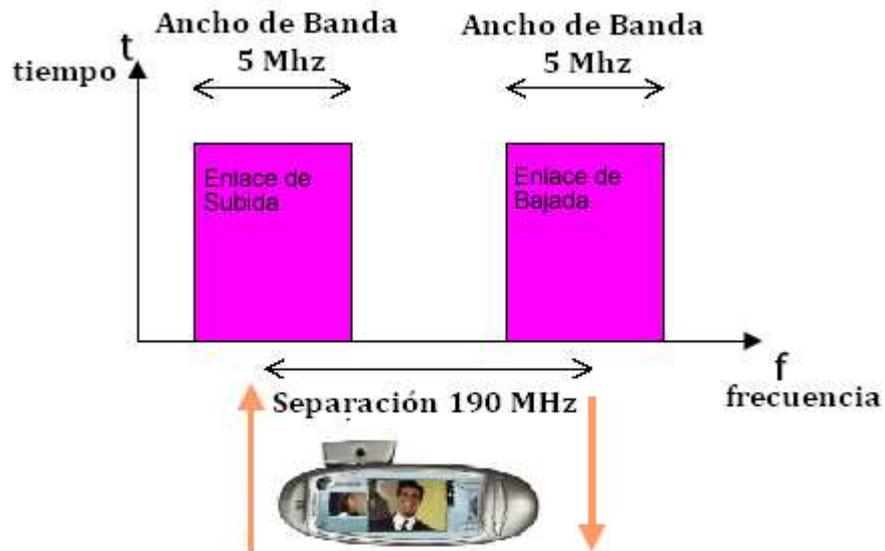
La duplexación por división de frecuencia consta de dos bandas separadas, la primera es usada para el enlace de subida (uplink, desde el UE al Nodo B) y la segunda para el enlace de bajada (downlink, desde el Nodo B al UE).

REFERENCIAS

[2] DOCUMENTO DE NOKIA NETWORK OV CTXX5321EN 3GSYSTR.A.PDF

Cada banda es de 5MHz y tienen una separación de 190MHz como se indica en la Figura 2.5.

En FDD los usuarios comparten el mismo espacio en ambas direcciones, acotando que los primeros terminales y la red pueden soportar FDD.

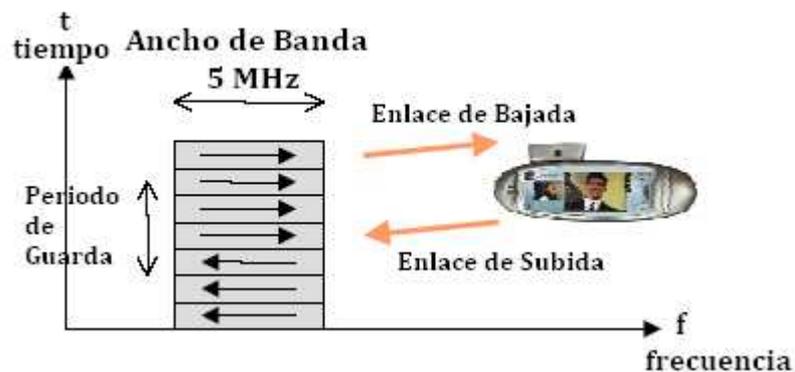


[2]

Figura 2.5 Transmisión de Información en FDD

2.2.2.2 TDD (Time Division Duplex)

La duplexación por división de tiempo consta de una banda de 5MHz que está dividida en ranuras de tiempo (timeslots), a cada usuario se le asigna una ranura de tiempo (timeslot.)



(2)

Figura 2.6 Transmisión de Información en TDD

REFERENCIAS

[2] DOCUMENTO DE NOKIA NETWORK OV CTXX5321EN 3GSYSTR.A.PDF

Hay que tener en cuenta que los terminales deberían trabajar entre las bandas de FDD y TDD.

2.3 DESCRIPCIÓN GENERAL DE UNA RED DE TERCERA GENERACIÓN UTRAN

2.3.1 Función Principal de la Red UTRAN

La principal función de la red UTRAN es mantener la conexión entre el teléfono móvil UMTS y la red central (CN).

2.3.2 Interfaces Externas

La red UTRAN tiene 2 conexiones externas, mediante dos interfaces conocidas como Uu y Iu.

La interfaz Iu que es la encargada de conectar a la red UTRAN con la red central (CN), la cual a su vez se clasifica en dos tipos de interfaces:

- Iu-CS y Iu-PS; esta clasificación se dio a raíz de la existencia de la conmutación de paquetes y la conmutación de circuitos para brindar diferentes servicios.

2.3.3 Elementos de la Red UTRAN

La red UTRAN está formada principalmente por dos tipos de elementos, que son:

- RNC; y
- Nodo B

2.3.3.1 The Radio Network Controller (RNC)



[1]

Figura 2.7 Cabina RNC

Controlador de la Red de Radio, como su nombre lo indica, es el controlador de la red de radio, es el encargado de manejar a la red UTRAN, el responsable del control de los recursos de radio, como son los handovers, etc y del manejo de uno o varios Nodos B, entre otras tareas.

El RNC está conectado a varios elementos a través de las interfaces ya mencionadas como son:

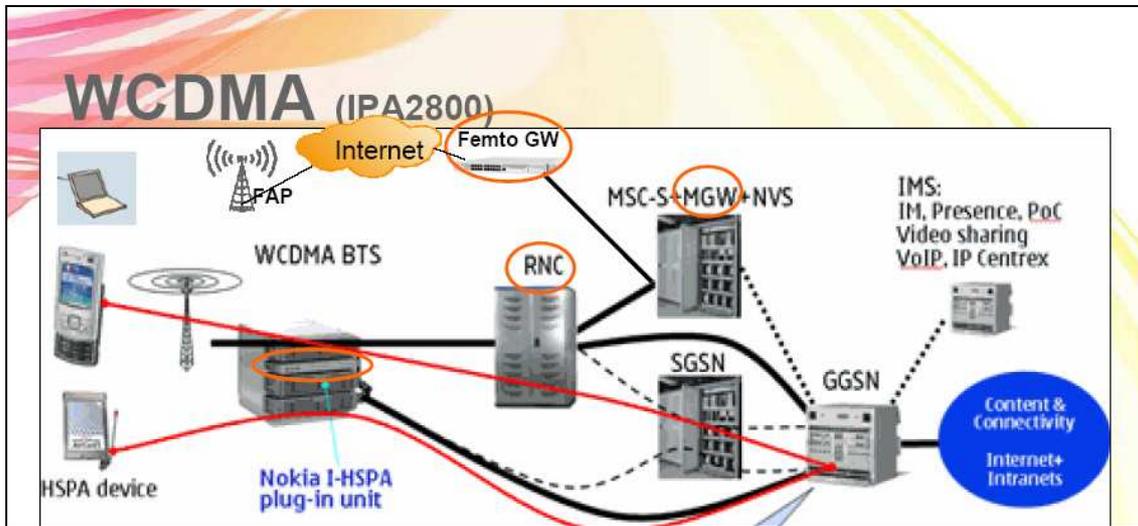
- luCS → interfaz que conecta el RNC con el MSC.
- luPs → interfaz que conecta el RNC con el SGSN.
- lur → interfaz que conecta RNCs entre sí; y
- lub → interfaz que conecta el RNC con el Nodo B, también puede conectar el RNC a la BTS

El RNC se basa en la Plataforma IPA2800 donde ATM se usa tanto para la conmutación como para las funciones de comunicación interna.

REFERENCIAS

- [1] DOCUMENTO DE NOKIA NETWORK OV CTXX5318EN 3GSYSTR.A.PDF

Plataforma IPA2008



[3]

Figura 2.8 Plataforma IPA2008

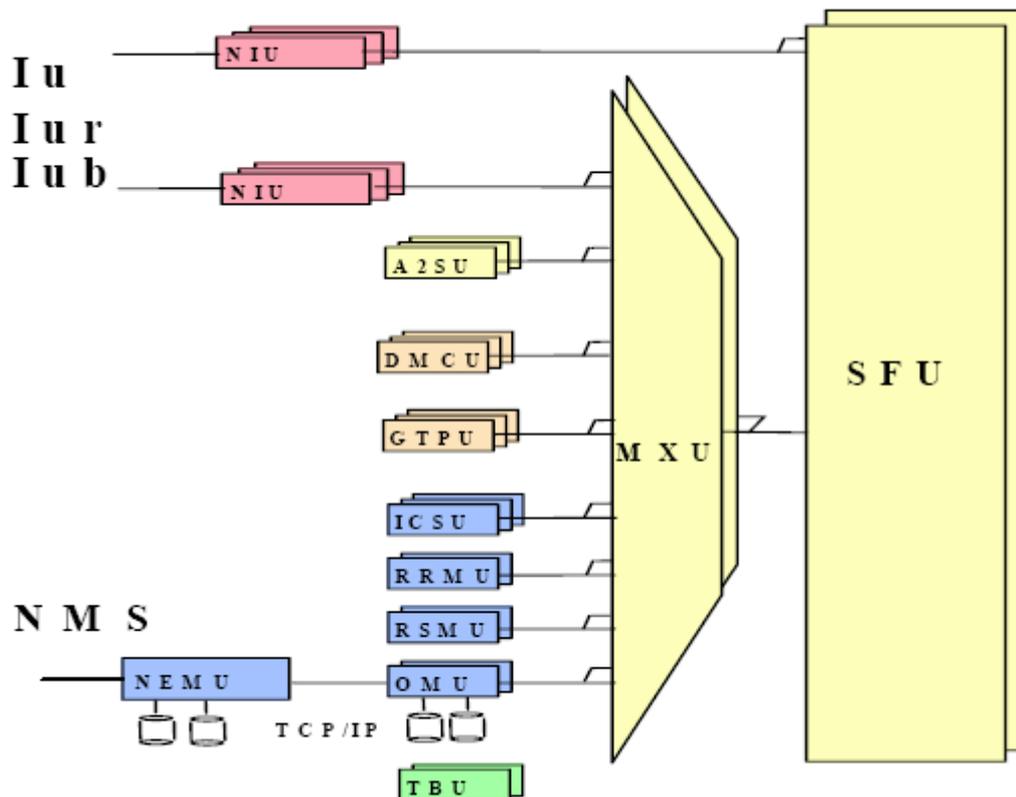
Es una plataforma de software usada en los elementos de red de 3G, IPA2800 proporciona el sistema operativo, disponibilidad y características de transporte para los elementos de 3G como son: RNC, i-HSPA, ngRNC, Femto, Gateway, y MGW. El RNC Puede ser localizado en forma flexible en la red central GSM y puede ser instalado como un elemento de red aislado. Alternativamente este puede ser co-localizado con el MSC (Mobile Switching Centre).

2.3.3.1.1 Arquitectura del RNC

La siguiente figura presenta la arquitectura del RNC y cuáles son sus principales unidades funcionales.

REFERENCIAS

[3] DOCUMENTO DE NOKIA SIEMENS NETWORK



[1]

Figura 2.9 Diagrama de Bloques del RNC

La figura anterior muestra la arquitectura funcional general del RNC.

A un alto nivel, el elemento de red se compone de tres partes:

- Funciones de las interfaces de red.
- Conmutación y funciones de multiplexación.
- Funciones de control.

La principal función de las unidades que conforman el RNC son las siguientes:

OMU (Operation and Maintenance Unit)

Unidad de Operación y Mantenimiento que se utiliza para las funciones básicas de mantenimiento del sistema, los dispositivos periféricos también están conectados a la OMU.

REFERENCIAS

- [1] DOCUMENTO DE NOKIA NETWORK OV CTXX5318EN 3GSYSTR.A.PDF

ICSU (Interface Control and Signaling Unit)

Interfaz de Control y Unidad de Señalización, en el RNC cumple con funciones que dependen en gran medida de la señalización a otros elementos de red, además esta unidad se encarga del manejo de los recursos de radio distribuidos relacionados con tareas del RNC.

RRMU (Radio Resource Management Unit)

Unidad de Manejo de los Recursos de Radio, realiza el manejo de los recursos de la central de radio y las tareas relacionadas con el manejo de llamadas del RNC. La unidad es 2N redundante para proveer alta disponibilidad.

RSMU (Resource and Switch Management Unit)

Unidad de Manejo de Recursos y de Conmutación, realiza el manejo de las tareas de los recursos de la central de RNCs como son:

- Control de conexión
- Encontrar el circuito ATM
- Manejo de las tareas de los recursos relacionados con DSP (Digital Signal Processing)

Este también realiza la conexión de llamada, relacionando funciones de acuerdo a las respuestas recibidas desde la unidad de señalización del computador (ICSU).

GTPU (GPRS Tunneling Protocol Unit)

GPRS Unidad de Protocolo de Túnel, relacionado con la función de la interfaz de aire lu hacia el SGSN (Serving GPRS Support Node).

“Se utiliza en el núcleo de la red GPRS para señalización entre nodos de soporte GPRS (GGSNs y SGSNs), esto permite al SGSN activar sesiones a nombre de los usuarios, desactivarlas, ajustar parámetros de calidad de servicio o para actualizar una sesión de otro abonado que acaba de llegar de otro SGSN” [2]

REFERENCIAS

- [2] DOCUMENTO DE NOKIA NETWORK OV CTXX5321EN 3GSYSTR.A.PDF

DMCU (Data and Macro Diversity Unit)

Unidad de Macro Diversidad y Datos, proporciona soporte para la diversidad de handovers así como para el procesamiento del paquete de datos.

NEMU (Network Element Management Unit)

Unidad de Manejo de los Elementos de Red, es responsable del manejo de las tareas de los elementos del RNC, proporciona las interfaces correspondientes que se necesitan para el cumplimiento de las funciones que se desempeñan en la capa de máximo nivel y para las funciones que desempeña el usuario local.

NIU (Network Interface Unit)

Unidad de Interfaz de Red, se encarga de conectar a los elementos de red al sistema de transmisión por ejemplo: JT1, E1 o STM1.

SFU (ATM Switching Fabric Unit)

Proporciona una parte de las funciones de la conmutación de celdas ATM. Soporta los dos tipos de topologías.

La conexión punto a punto y la conexión punto a multipunto, así como el manejo diferenciado de las diversas categorías de servicios ATM.

MXU (Multiplexer Unit)

Unidad de Multiplexación, multiplexación de tráfico desde la unidad tributaria hasta la SFU, así este permite el uso eficiente de los recursos de conmutación, con moderados requerimientos de ancho de banda.

Tanto el MXU como el SFU intervienen en la conmutación de circuitos y en la conmutación de paquetes, para conectar los canales de señalización así como para la comunicación interna de los sistemas.

A2SU (AAL2 Switching Units)

AAL2 Unidades de Conmutación, proporciona mini paquetes de conmutación entre interfaces externas y unidades de procesamiento de señales.

El AAL2 (ATM Adaption Layer 2) es usado con el fin de garantizar un ancho de banda eficiente para transportar la información con una demora de transferencia limitada.

TBU (Timing and Hardware Management Bus Unit)

Unidad de Temporización y Manejo de Hardware, trabaja para la temporización, sincronización y propósitos del mantenimiento del sistema.

2.3.3.1.2 Capacidad del RNC

La capacidad del Radio Network Controller la podemos presentar en 5 etapas. La Tabla 2.1 muestra las diferentes capacidades del RNC según Release 1, en sus diferentes etapas:

[1]

Tabla 2.1 Capacidad del RNC según Release 1

Capacidad Alta RNC	1	2	3	4	5
Número de Suscriptores	73000	130000	186000	240000	300000
Llamadas en hora pico	40500	81500	122000	163000	204000
Erlangs	1300	2700	4000	5400	6800
Mbps Efectivos	48	85	122	159	196
Número de Portadoras	384	576	768	960	1152
Número de BTSs	128	192	256	320	384

Si la capacidad del RNC es usada solo para tráfico de voz y se la compara con el servicio de voz GSM, este equivaldría a dos gabinetes de GSM, puesto que WCDMA RNC puede abarcar aproximadamente hasta 6800Erlg.

REFERENCIAS

[1] DOCUMENTO DE NOKIA NETWORK OV CTXX5318EN 3GSYSTR.A.PDF

Hay que tomar en cuenta que las cifras mostradas en la Tabla 2.1, solo pudieron ser publicadas después de extensas pruebas y que dichas cantidades pueden ser modificadas según el progreso del protocolo de estandarización 3GPP.

2.3.3.1.3 Tareas que Cumple el RNC

El host RNC es responsable del enrutamiento de los datos de los suscriptores hasta que la llamada termine o a su vez hasta que sea reconectado a una lu o a un Hard Handover (Esto es, a otro RNC no conectado por una interface lur, o a una GSM BSC).

El RNC cumple varias funciones en distintos campos como son:

Funcionamiento

Incluye tareas que son muy relativas a la movilidad y al manejo de sesión de los suscriptores y sus conexiones; por ejemplo:

- Localización y manejo de conexión
- Cifrado
- Indicación de bloqueo de canal entre el RNC y el MSC.
- Asignación del canal de tráfico entre el RNC y la estación base.
- Conmutación ATM y Multiplexación.
- Transmisión ATM sobre SDH o PDH.
- GPRS tunneling protocol (GTP) para el paquete de red central.
- Funciones de Seguridad.

Mantenimiento

La RNC ofrece la posibilidad de los siguientes procedimientos de mantenimiento.

- Localización de defectos por el RNC.
- Reconfiguración del RNC.
- Reconfiguración de apoyo para la estación base.
- Actualización de Software del RNC y la estación base.

Operación

El RNC operando normalmente, ofrece varias posibilidades para el operador como son:

- Modificación de los parámetros del RNC y la estación base.
- Modificación de los parámetros de la red de radio.
- Configuración del hardware del RNC.
- Administración del equipo del RNC.

2.3.3.2 Nodo B

El nodo B cumple la misma tarea que una BTS en una red GSM; es decir, es una pieza del equipo que facilita la comunicación inalámbrica entre el equipo de usuario y la red.

Este nodo establece la implementación física de la interface de aire Uu.

Uu → Interfaz que conecta a la red UTRAN con el UE (Equipo de Usuario).

2.3.3.2.1 Tareas del Nodo B

Los nodos B proveen al usuario un punto de acceso dentro de la red UMTS.

Las principales funciones del nodo B son:

- **Interfaz de gestión de aire**

Controla los caminos para el enlace Uplink y Downlink sobre la interfaz de aire Uu. Se encarga de la conversión a RF de la banda base. Maneja una Antenna multicoupling.

- **Funciones del canal de radio**

Asignaciones del canal lógico y físico. Codificación y decodificación – Esparcir canales de tráfico para los usuarios, así como también comprimir dichos canales y llevar la señalización del canal de radio

- **Manejo de la transmisión celular**

Maneja la conmutación ATM y la multiplexación sobre la interfaz Iub. Controla las conexiones AAL2/AAL5. Controla la transmisión de las interfaces físicas – E1, PDH, SDH ó Microonda.

- **Proceso de O&M**

Sirve de interfase con NMS y RNC, sirve para alarmas y para funciones de control.

Juntos el RNC, el nodo B y sus respectivas interfaces forman la red UTRAN, la misma que se conecta con la red central.

2.4 ASPECTOS DE COBERTURA Y CAPACIDAD

En UMTS la velocidad con la que viajan los datos disminuye en forma proporcional a la distancia en que se encuentren los suscriptores del Nodo B.

El promedio de cobertura de un Nodo B, es similar al de GSM 1800, como se indica en el siguiente cuadro:

[1]

Tabla 2.2 Promedio de Cobertura de un Nodo B

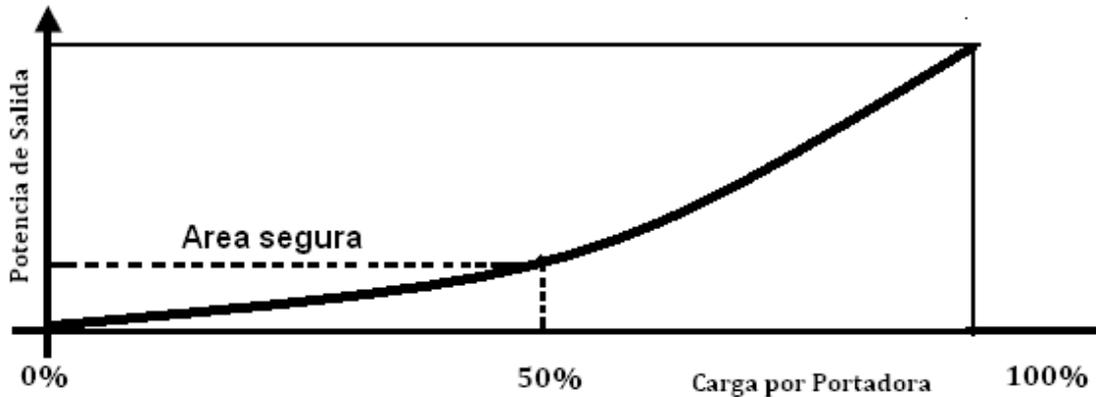
Tipo de Área	Urbano Denso	Urbano	Suburbano	Rural	
Usuarios	92	93	95	95	%
144 Kbps NTR	85	85	85	85	%
Usuarios GSM 1800	85	85	85	85	%
Rango Celular	1	1,6	2,3	5,2	Km

La capacidad de una celda WCDMA, no se mide por el número de suscriptores que están asociados a un Nodo B, sino por la cantidad de potencia del radio en un enlace de subida (Uplink).

REFERENCIAS

[1] DOCUMENTO DE NOKIA NETWORK OV CTXX5318EN 3GSYSTRA.PDF

Cada portadora tiene un radio máximo teórico de potencia nominal que puede soportar, si se supera el 50% de esta potencia máxima nominal, el nivel de servicio se muestra inestable y la calidad de servicio empieza a disminuir, por lo que debemos mantenernos dentro de los rangos de un correcto funcionamiento.



[1]

Figura 2.10 Nodo B Mezcla de Tráfico

2.5 CLASES DE POTENCIA QUE MANEJA EL EQUIPO DE USUARIO EN UMTS

El UE (Equipo de usuario), utiliza cuatro niveles de potencia según prevé el uso y el tamaño del UE, estos niveles se presentan en el siguiente cuadro, haciendo la comparación respectiva con los niveles de potencia que se ocupan en GSM 900

[1]

Tabla 2.3 Comparación entre los Niveles de Potencia de GSM y UMTS

Clase de Potencia WCDMA FDD	Máxima Potencia de Salida	Tolerancia
Potencia clase 1	33dB (2W)	1dB/-3dB
Potencia clase 2	27dB (0.5W)	1dB/-3dB
Potencia clase 3	24dB (0.25W)	1dB/-3dB
Potencia clase 4	21dB (0.125W)	/-2dB

REFERENCIAS

[1] DOCUMENTO DE NOKIA NETWORK OV CTXX5318EN 3GSYSTR.A.PDF

[1]

Tabla 2.4 Comparación entre los Niveles de Potencia de GSM y UMTS

GSM 900	Máxima Potencia de Salida
Potencia clase 1	43 dB (20W)
Potencia clase 2	39 dB (8W)
Potencia clase 3	37 dB (5W)
Potencia clase 4	33 dB (2W)
Potencia clase 5	29 dB (0.8 W)

Solamente usado en la fase 1 de GSM

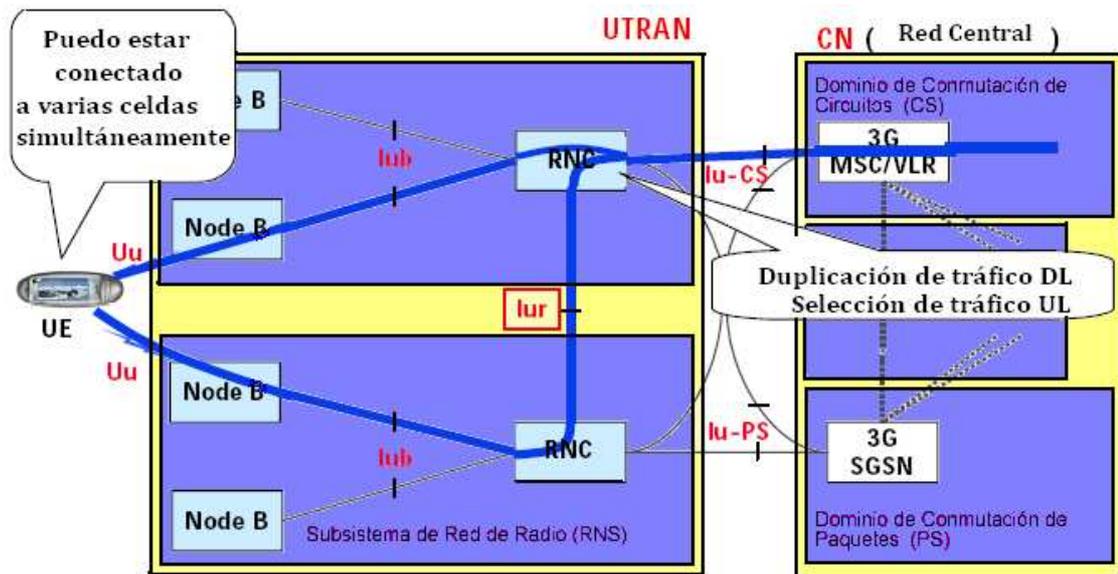
2.6 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA RED UTRAN RESPECTO A LA TECNOLOGIA ACTUAL (GSM).

2.6.1 Ventajas

En una red UTRAN un usuario puede estar conectado a varias RNCs simultáneamente, conocido como *Soft Handover*, obteniendo una mejor calidad de servicio, mientras que en GSM un usuario únicamente puede estar enganchado a una BTS, de lo contrario se produciría interferencia.

REFERENCIAS

[1] DOCUMENTO DE NOKIA NETWORK OV CTXX5318EN 3GSYSTR.A.PDF



[1]

Figura 2.11 Ejemplo de un Soft Handover entre dos RNC

- WCDMA ofrece una mayor velocidad de transmisión de datos, la posibilidad de brindar una amplia gama de servicios y brindar sus servicios a un número mayor de suscriptores.
- La construcción de WCDMA no requiere de la implementación de una nueva estructura, esta es posible realizarla sobre la estructura ya existente de GSM, además, WCDMA se basa en una estructura de protocolo de red similar a la que se utiliza en redes GSM, por lo que existiría mayor facilidad en el desarrollo de nuevas aplicaciones multimedia de radiofrecuencias de banda ancha.
- “Utilizando WCDMA en un mismo equipo se puede realizar tareas simultáneamente, por ejemplo podemos estar realizando una videoconferencia y al mismo tiempo realizando la carga/descarga de un archivo pesado.”[3]

REFERENCIAS

- [1] DOCUMENTO DE NOKIA NETWORK OV CTXX5318EN 3GSYSTRA.PDF
 [3] DOCUMENTO DE NOKIA SIEMENS NETWORK

- En WCDMA el ancho de banda es de 5MHz mientras que en GSM es de 200 KHz, lo que produce que WCDMA ofrezca múltiples servicios y a grandes velocidades.

2.6.2 Desventajas

- Una de las desventajas de la tecnología UMTS frente a la actual tecnología GSM, es que el funcionamiento de las interfaces de aire en UMTS es más complicado que en GSM.
- Para definir la capacidad de la red en GSM únicamente depende del número de transceivers (TRXs) que existan, mientras que en WCDMA, la capacidad depende de muchos factores como la velocidad, el tipo de conexión y el nivel de potencia, siendo más complicado definirla.
- WCDMA es una tecnología usada por la tercera generación, y las licencias de servicio 3G son caras.
- Es costoso la implementación de la estructura que permita el funcionamiento de WCDMA.
- El costo de los móviles 3G es elevado.
- Falta de cobertura por tratarse de un nuevo servicio.
- Costo elevado para acceder a los servicios que ofrece 3G.

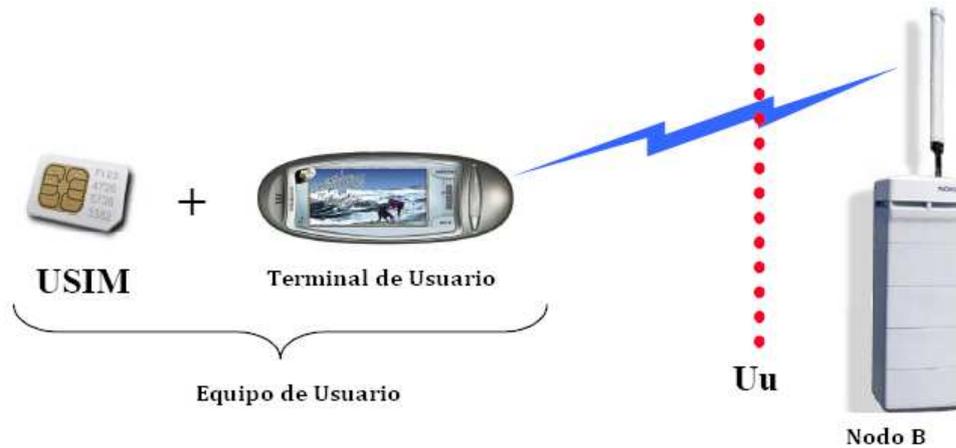
2.7 SIMILITUDES Y DIFERENCIAS ENTRE LOS COMPONENTES DE UNA RED UTRAN Y LOS COMPONENTES DE UNA RED GSM

2.7.1 Similitudes

- RNC Y BSC cumplen tareas similares, las dos son responsables de los recursos de radio, de controlarlos y manejarlos.
- Tanto en una red UTRAN como en una red GSM, sus elementos son conectados a la Red Central (Core Network), a través de interfaces de aire.

2.7.2 Diferencias

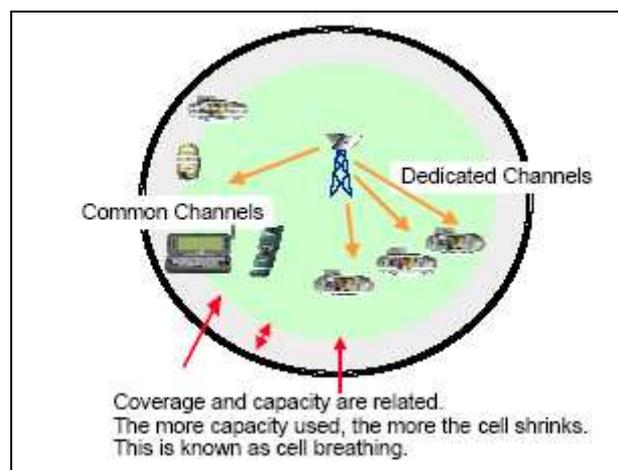
- En una red UTRAN, el RNC tiene más responsabilidad sobre el manejo de la movilidad de los suscriptores, mientras que en GSM, la mayor responsabilidad para lo mencionado es del MSC y el SGSN.
- Para garantizar altas velocidades, es necesario usar celdas pequeñas, a diferencia de GSM que usa macro-celdas
- Según las especificaciones de ETSI GSM y UMTS, el equipo de usuario (UE), en GSM está constituido por ME (Mobile Equipment) y la SIM (Subscriber Identity Mobile), mientras que en UMTS está constituido por UT (User Terminals) y USIM (Universal Subscriber Identity Mobile), cumpliendo funciones similares, pero con distintas especificaciones.



[1]

Figura 2.12 Elementos e Interfaces de un Equipo Móvil

- UMTS ofrece multi-servicios a los suscriptores y puede soportar una velocidad de bits desde 12.2 Kbits/s hasta 2 Mbits/s, UMTS posee una velocidad variable a diferencia de GSM que la velocidad a la que viaja el bit es fija.
- En WCDMA hay varios tipos de canales físicos mientras que en GSM hay un solo tipo (timeslot).



[2]

Figura 2.13 Reducción de la Celda Entonces Disminuye la Capacidad

REFERENCIAS

- [1] DOCUMENTO DE NOKIA NETWORK OV CTXX5318EN 3GSYSTR.A.PDF
 [2] DOCUMENTO DE NOKIA NETWORK OV CTXX5321EN 3GSYSTR.A.PDF

- El factor de re-uso de frecuencia en WCDMA es de 1 mientras que en GSM oscila entre 1 y 18.
- Para el control de calidad en WCDMA se utilizan algoritmos para el manejo de los recursos de radio, mientras que en GSM se realiza una planeación de frecuencias.

2.8 SERVICIOS QUE BRINDA UMTS

Cuando nos referimos a los servicios que brinda UMTS, nos referimos a los servicios que los suscriptores pueden utilizar con este tipo de tecnología, cabe indicar que no todas las aplicaciones que van a ser mencionadas, han sido estandarizadas en UMTS; sin embargo, existen y podrían estandarizarlas.

La red (GSM/UMTS) posee elementos de red que permiten brindar varias aplicaciones a los suscriptores.

Un conjunto de estos servicios que están disponibles para UMTS son:

Servicios por Conmutación de Circuitos

Por conmutación de circuitos se ofrecen los Tele-servicios como son: llamada de voz, llamada de fax y datos y CS Data (Circuit Switched Data), videoconferencias, etc.

Servicios por Conmutación de Paquetes

Se basan en la conectividad proporcionada por la conmutación de paquetes y por los contextos PDP (Protocolo de paquete de datos).

Servicios de Mensajes

Incluye servicios de SMS (Short Message Service) y CBS (Cell Broadcast Service). Conforme ha ido evolucionando esta tecnología, también ha incrementado en gran número los servicios y aplicaciones que se pueden ofrecer a los suscriptores, entre las posibles aplicaciones que aún no han sido normalizadas tenemos:

- Flashes informativos

- Teléfono público de video
- Servicio de Venta de Entradas y Compras por Internet (Interactive Shopping)
- Reconocimiento de voz y respuesta
- Escuelas Virtuales
- SIM universal con funciones de tarjeta de crédito
- Bibliotecas en línea, etc

Actualmente ya fueron normalizadas:

- Banca Virtual
- Video Conferencia de Escritorio

Sin embargo esta tesis se centra en el estudio de la aplicación de video llamada, sobre la que podemos decir que:

2.8.1 Llamadas de Video y Servicios de Video

Una evolución de los servicios de video móvil, es que éstos podrían desarrollarse desde los actuales mensajes multimedia, de las pinturas animadas y las presentaciones, para la mensajería de video y reproducción.

Los servicios de descarga de video y de video streaming podrían presentarse poco después, aunque cuando esos servicios puedan ser introducidos, se podrá naturalmente diferenciar desde una ciudad a otra.

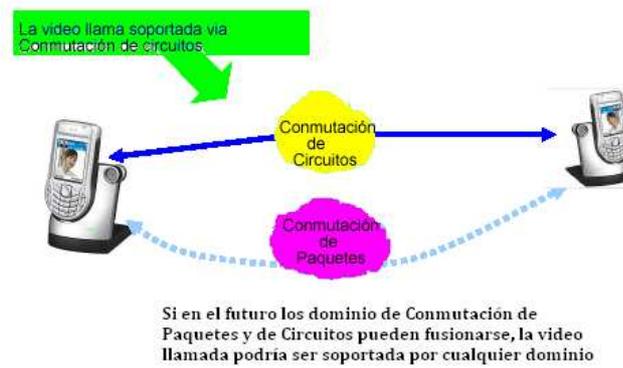
El pensamiento de Nokia es “See What I See” (SWIS) que significa “Vea lo que veo”

2.8.2 Telefonía con Video

Este servicio se refiere hacer o recibir una video llamada, en donde el usuario del móvil pueda hablar y ver a la otra persona, simultáneamente.

La experiencia de la conversación puede ser muy excitante, debido a que el usuario puede ver no solo al otro usuario, sino a todo lo que le rodea.

Un concepto general para compartir se muestra en la Figura 2.14:



[3]

Figura 2.14 Aplicación de la Video Llamada

La pantalla del dispositivo móvil, incluye el tamaño de la pantalla y la resolución así como la memoria local

Para asegurarse que el servicio de video llamada despegue, una gran base de datos de contenido de videos, debería desarrollarse, una totalmente improvisada con nuevas ideas y sustancia.

Los formatos de video en el que el contenido del video ha sido codificado, por ejemplo el formato del estándar abierto 3GPP, pueden ser usados totalmente para la evolución de los servicios de video. Algunos ejemplos de video móvil son:



[3]

Figura 2.15 Ejemplos De Video Móvil

REFERENCIAS

[3] DOCUMENTO DE NOKIA NETWORK OV CTXX5326EN 3GSYSTR.A.PDF

2.9 HERRAMIENTAS A UTILIZARSE EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA PLANEACIÓN Y DISEÑO DE UNA RED 3G UTRAN PARA LA CIUDAD DE RIOBAMBA.

2.9.1 Mapinfo Professional

Mapinfo Professional es una herramienta que pone a disposición todo el poder del equipo de cartografía.

Puede mostrar datos como puntos, regiones sombreadas temáticamente, distritos, pastel o gráficas de barras, etc.

Se pueden realizar operaciones geográficas como: re-distritación, combinación y división de objetos así como clasificar zonas de acuerdo a sus características contenidas en el mapa.

También se pueden hacer consultas sobre sus datos y permite acceder a estos en forma remota desde MapInfo Professional.

Por ejemplo MapInfo Professional puede mostrar que tienda es la más cercana para el cliente. Este puede calcular la distancia entre la tienda y el cliente, puede presentar el cliente que más pasó en la tienda el año pasado, puede codificar por color los símbolos de la tienda para controlar el volumen de ventas, todos estos datos los puede ver juntos en una sola pantalla a través de un mapa.

2.9.1.1 Características que ofrece Mapinfo Professional

A continuación se muestran algunas características que MapInfo Professional ofrece:

- Apertura directa de las carpetas creadas con dBASE o FoxBASE, delimitado ASCII, Lotus 1-2-3, Microsoft Excel y Microsoft Access; importando carpetas de gráficos en una variedad de formatos, permite crear una carpeta de base de datos dentro del producto.
- Ofrece múltiples vistas de sus datos en el mapa, buscar y dibujar ventanas, se puede observar un mismo tipo de datos en múltiples ventanas abiertas y subirlos cuando se cambie cualquier vista.

- Es una línea viva de acceso a una base de datos remota ODBC como Oracle y SQL server.
- Permite presentar un conjunto de capas simulando ser un mapa sin fisuras, como si este estuviera en una sola capa.
- Presenta leyendas cartográficas que pueden ser creadas y personalizadas por el usuario, y se puede crear una leyenda por cada capa.
- Se pueden crear mapas temáticos para el análisis de datos con alto impacto visual, incluyendo redes, mapas en 3D y mapas prismáticos.
- Usa rejillas de celdas regulares como subcapas para mejorar su sesión de trabajo.
- Consulta capacidades que van desde una simple selección de datos, hasta consultas complejas utilizando el lenguaje SQL, desde uno o más archivos.
- Se pueden crear espacios de trabajo (Workspaces) que guardan todos sus ajustes y opiniones, también se puede comenzar posteriormente este Workspace desde donde se dejó.
- Permite que a través de links se pueda traer archivos o direcciones hacia una ventana de mapas.
- Posee una completa matriz de dibujos y herramientas de edición para personalizar los mapas.
- Proporciona miles de mapas ya realizados con sus respectivas funciones para crear nuestros propios mapas.
- Se puede realizar un diseño de ventana para la preparación de la salida, de modo que cuando vuelva abrirse esta ventana, empiece con la portada de la última grabación.
- Proporciona una alta calidad de salida de los datos presentados en pantalla.
- Proporciona habilidad para cambiar la proyección del mapa, para exponer o digitalizar.

Al utilizar todas estas características que ofrece MapInfo Professional, usted puede tener la información organizada y visualizada, entonces puede guardar sus resultados en carpetas o enviar estos a imprimir o plotear.

2.9.1.2 Requerimientos del Sistema Operativo para Instalar Mapinfo Professional

9.0

Teniendo en cuenta que los requerimientos de hardware hacen variar el uso del producto y su sistema. En general un procesador de alta velocidad, alta memoria RAM y alta resolución gráfica proveen un mejor uso, y arrojan resultados con mejores respuestas.

Los mínimos requerimientos que debe poseer el sistema operativo para poder instalar MapInfo Professional 9.0 son los siguientes:

[4]

Tabla 2.5 Mínimos Requerimientos del Sistema Operativo para la Instalación de Mapinfo Professional 9.0

Sistema Operativo	Mínimo espacio de Memoria	Espacio en Disco Mínimo	Mínimo Tamaño de Gráficos	Características Mínimas del Monitor
Windows 2000 Professional SP 4, Windows Vista	128 MB de RAM como mínimo en una PC Pentium	Aplicaciones 103 MB Datos 450 MB	16 o 24 bits por Color	Display de 800x600
Windows XP Professional SP 2 Windows XP Home SP 2 Windows 2003 SP1 Servidor con Terminal Service / Citrix	64 MB de RAM como Mínimo en una PC pentium	Aplicaciones 103 MB Datos 450 MB	16 o 24 bits por Color	Display de 800x600

REFERENCIAS

[4] MANUAL EN PDF DE MAPINFO PROFESSIONAL 9.0

MapInfo Professional es no compatible con Windows Vista certificado.

Estos son las recomendaciones sobre los requerimientos que debe tener es sistema para instalar MapInfo Professional.

[4]

Tabla 2.6 Requerimientos Recomendados del Sistema Operativo para la Instalación De Mapinfo Professional 9.0

Sistema Operativo	Memoria recomendada	Espacio en Disco recomendado	Gráficos recomendados	Monitor recomendado
Windows 2000 Professional SP 4 Windows XP Professional SP2 Windows XP Home SP 2	256/512 MB de RAM como mínimo en una PC Pentium o mas	Fast EIDE o SCSI con interfaz de 2GB o mas. Datos a 450 MB	2D/3D con tarjeta 128 MB o mas	Display de 1024x768 o mas
Windows 2003 SP1 Servidor con Terminal Service / Citrix	El mismo espacio de memoria para soportar a cada usuario conectado	Fast EIDE o SCSI con interfaz de 2GB o mas, Datos a 450 MB	El mismo servidor. El cliente escoge basado en requerimientos de resolución/velocidad	Display de 1024x768 o mas

Nota: Para Windows 2003 Server Users: tener en cuenta algunas de las opciones que usted escoge para el servidor ya que podría limitar las opciones disponibles del sistema.

REFERENCIAS

[4] *MANUAL EN PDF DE MAPINFO PROFESSIONAL 9.0*

MapInfo Professional ha sido probado exhaustivamente bajo los siguientes sistemas operativos de Microsoft Windows Desktop:

- Windows 2000 Professional.
- Windows XP Home Edition.
- Windows XP Professional.

MapInfo Professional ha sido probado exhaustivamente bajo los siguientes sistemas operativos de Microsoft Windows Server:

- Windows 2003 Server.
- Windows 2003 con Terminal Services con tecnología Citrix Meta Frame.

2.10 X - WIZARD

En el plan de tesis Capítulo 6 se indicó que se realizarán las simulaciones respectivas con la herramienta de predicción Net Act Planet, sin embargo debido a que el proyecto para el cual se tenía acceso a la licencia para manejar este programa finalizó, entonces se utilizará el programa x-Wizard que posee las mismas características que el software Net Act Planet, pero este programa es manejado por Telefónica, por lo tanto a continuación presentamos una breve descripción sobre x-Wizard.

Es una herramienta de Planeación de Red usada para Optimización, que nos provee de los recursos necesarios para el diseño, planeación, instalación y optimización de redes.

X – Wizard posee varias aplicaciones que simplifica el trabajo de Ingeniería en Radio Frecuencias, está diseñado para realizar trabajos de forma más eficiente, es comprensivo y fácil de usar.

2.10.1 Requerimientos del Sistema Operativo para Instalar x - Wizard

Los siguientes sistemas operativos soportan el código de 32 bits en X-Wizard para los procesadores basados en Intel.

- Windows 2000 (Professional, Server, y Advanced Server)
- Windows XP (Professional)
- Windows 2003 Server (Standard and Enterprise)

2.10.2 Análisis de Capacidades y Tecnologías Compatibles

X - Wizard proporciona las siguientes capacidades de análisis:

- Soporte de las tecnologías: AMPS / TDMA, iDEN®, GSM/GPRS, UMTS-FDD, CDMA, IS-95, CDMA 2000, 1xEV-DO y Wimax.
- Análisis de cobertura, solapamiento, señales más fuertes, pérdidas, enlace inverso, etc.
- Análisis de interferencia rápida, análisis de C/I (carrier-over-interference), Análisis de la interferencia más fuerte y de la interferencia total.
- Muestra los datos medidos.
- Análisis de pérdidas punto a punto.
- Manejo de herramientas para elaborar un plan de frecuencias.
- Análisis de interferencias usando la frecuencia seleccionada en el plan.
- Importación y Exportación de datos que usted puede compartir con otros proyectos.
- Actualizaciones más recientes para UMTS – FDD con los servidores, portadoras, equipos de usuarios, definiciones y HSDPA.
- Planificación automática de la Celda (ACP).
- Frecuencia de canal basado en los planes de implementaciones de tecnología CDMA, GSM, y WCDMA.

2.10.3 Características de la Herramienta x - Wizard

- Múltiples usuarios tienen permitido el acceso al mismo proyecto a través de Microsoft Access.
- Tiene la capacidad de permitir que hasta 100 usuarios puedan manejar su base de datos al mismo tiempo.
- Presenta salida de sus resultados a una impresora o plotter.

- Posee una barra de herramientas flotante que le permite el acceso rápido a las funciones que utiliza con más frecuencia.
- Posee múltiples modelos de propagación constantes, que le permiten encontrar el modelo que se ajuste a su medio.
- Habilidad para aplicar al grupo que corresponde cada tipo de terreno según el modelo de propagación.
- El terreno, patrones de antenas y proyectos pueden ser almacenados en un área común en donde algunos usuarios comparten el acceso.
- Puede empezar su análisis y continuar trabajando en otra ventana mientras la aplicación sigue corriendo en la ventana anterior.
- Habilidad para escoger su propio modelo de propagación según las necesidades que tenga el usuario.
- Analizar los perfiles de ruta de acceso de las micro-ondas.

CAPÍTULO 3

DISEÑO GENERAL DE LA RED DE TERCERA GENERACIÓN PARA LA CIUDAD DE RIOBAMBA

CAPÍTULO 3

INTRODUCCIÓN

El capítulo se enfocará en elaborar el informe SAM (Site Area Map), en el que consten las opciones de ubicación de la estación, requerimientos de cobertura y elementos que se involucren en este proceso; previo a la elaboración de este informe se va a presentar datos importantes a conocer para el entendimiento de este diseño, así como los datos que nos van a ser útiles para la realización del mismo.

3.1 DISEÑO GENERAL DE LA RED DE TERCERA GENERACION PARA LA CIUDAD DE RIOBAMBA

3.2 Presencia De Los Sistemas De Telefonía Celular En Ecuador

“Los sistemas de telefonía móvil celular son los que nos permiten la comunicación entre usuarios que se desplazan libremente en lugares geográficos diferentes. Estos sistemas constituyen grandes redes de comunicaciones que actualmente permiten cursar diferentes servicios.” [5]

3.2.1 Concesionarios De La Telefonía Móvil

En Ecuador actualmente este tipo de telefonía se ha otorgado a tres concesionarios que son:

- CONECEL S.A.(Porta)



REFERENCIAS

[5] <http://www.supertel.gov.ec/>

- OTECEL S.A. (Movistar)



- TELECSA S.A. (Alegro PCS)



Según la SUPTEL el número de abonados que maneja cada operadora, según datos actualizados hasta octubre del 2008 (datos proyectados por el INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos de Ecuador), a partir del último censo realizado en el año 2001, que fue el 6to de población y el 5to de vivienda, debido a que los censos se realizan cada 10 años) son:

[6]

Tabla 3.1 Usuarios de Telefonía Móvil – Octubre 2008

OPERADORA	ABONADO	PORCENTAJE DE MERCADO (%)
CONECEL S.A. (Porta)	7.822.832	70.08
OTECEL S.A. (Movistar)	2.948.082	26.41
TELECSA S.A. (Alegro PCS)	391.587	3.51
Total	11.162.501	100,00

Que gráficamente quedaría ilustrado de la siguiente manera:



[5]

Figura 3.1 Usuarios de Telefonía Móvil – Octubre 2008

REFERENCIAS

[5] <http://www.supertel.gov.ec/>

[6] SUPERINTENDENCIA DE TELECOMUNICACIONES

Ahora según el tipo de operadora y la tecnología que ellos manejan, podemos obtener los siguientes datos:

3.2.2 Número de Usuarios Móviles según el Tipo de Operadora y Tecnología

[6]

Tabla 3.2 Usuarios Móviles de Telecsa – Octubre 2008

FECHA	TELECSA (CDMA)		TELECSA (GSM)		TOTAL
	PREPAGO	POSTPAGO	PREPAGO	POSTPAGO	
Octubre - 08	144.384	36.127	203.284	7.792	391.587
Total de Usuarios	180.511		211.076		

[6]

Tabla 3.3 Usuarios Móviles de Otecel Y Conecel – Octubre 2008

FECHA		OTECCEL (Movistar)			CONECEL (Porta)		TOTAL NACIONAL
		TDMA	CDMA	GSM	TDMA	GSM	
Octubre - 08	Usuarios						10.770.914
	Postpago	14	34.541	436.741	0	900.667	
	Prepago	2.567	523.086	1.951.133	0	6.922.165	
Total de Usuarios		2.948.082			7.822.832		

Para brindar un nuevo servicio, conocer los datos mencionados en los ítems anteriores es muy importante puesto que nos brindan una proyección al futuro del éxito o fracaso que puede tener el lanzamiento de una nueva tecnología o aplicación.

En este caso se pretende brindar el servicio de video – llamada, y por los avances que ha ido teniendo la telefonía celular, se considera viable esta aplicación, para ello necesitamos conocer los datos que van a ser expuestos a continuación:

REFERENCIAS

(6) SUPERINTENDENCIA DE TELECOMUNICACIONES

3.3 FACTOR DE PENETRACIÓN DEL SERVICIO CELULAR

El Factor de Penetración es un indicador numérico resultado de la relación entre el número total de usuarios de un país comparado con el número total de habitantes. Este factor facilita la predicción de la posible cantidad de usuarios dentro de una muestra de población como ciudades o poblados rurales. Así:

$$p = \frac{\#total\ de\ usuarios}{\#total\ de\ habita.ntes} \quad (\text{Ecuación 3.1})$$

Entonces reemplazando datos, según los datos mostrados para OTECEL en la Tabla 3.3 obtenemos:

$$p = \frac{2.948.082}{14.053.958} = 0.210$$

Ahora, si se considera solamente la mitad de la cantidad de usuarios de un solo operador, en este caso de OTECEL (Movistar), suponiendo que el sistema contará con esa cantidad de consumidores en la fase inicial de funcionamiento de la misma, obtenemos el factor de penetración a usar en el diseño.

$$p_{UMTS} = \frac{p}{2} = \frac{0.210}{2} = 0.105 \quad (\text{Ecuación 3.2})$$

3.4 DATOS DEMOGRÁFICOS

Al hablar de la demografía, hacemos referencia a la dimensión de la población humana, la evolución y características generales, consideradas desde un punto de vista cuantitativo.

Entonces a continuación se presentan los datos de población en la ciudad de Riobamba, en la cual vamos a prestar la cobertura que queremos brindar.

Se ha escogido esta ciudad debido al número de posibles usuarios que en ella podemos tener, puesto que existe un porcentaje razonable de universidades y comercio en general que permitiría que los habitantes adquieran este servicio; además ayudaría al crecimiento tecnológico de la misma.

Se ha asumido un factor de crecimiento poblacional de 1.113, calculando la relación entre el número de habitantes estimados que existían hasta octubre del 2008 en la ciudad de Riobamba según la base de datos del INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos de Ecuador) de Chimborazo y el número de habitantes que existían en Riobamba en el año 2001.

[7]

Tabla 3.4 Población en la Ciudad de Riobamba

CIUDAD	POBLACIÓN (Censo 2001)	POBLACIÓN 2008(Proyección)
Riobamba	193315	215173
TOTAL	193315	215173

En la actualidad la telefonía celular presta una amplia gama de servicios como son: servicio de comunicación por voz, transmisión de mensajes de texto, servicios de navegación web, transferencia de archivos, video en tiempo no real (video streaming), que es transmisión de video (en tecnología CDMA (Code Division Multiple Access)) y lo más reciente, llamada con video en tiempo real, mejor conocida como video – llamada, que utiliza la tecnología UMTS (Universal Mobile Telecommunications System).

3.5 DETERMINACIÓN DEL ÁREA DE SERVICIO

Para determinar el área de cobertura a la que vamos a brindar el servicio de video llamada, es muy importante tener en cuenta el factor de cobertura, debido a que este podría ser un limitante crítico en el diseño de una red UMTS, incluso más crítico que el factor de tráfico.

Mediante el uso de mapas de la ciudad de Riobamba vamos a estimar la cobertura UMTS que deseamos brindar, y vamos a determinar su extensión para usar este valor en el diseño de la red.

En la siguiente figura se muestra el mapa en el que se puede observar la cobertura aproximada de la red a diseñar.

REFERENCIA

[7] BASE DE DATOS DEL INEC DE CHIMBORAZO

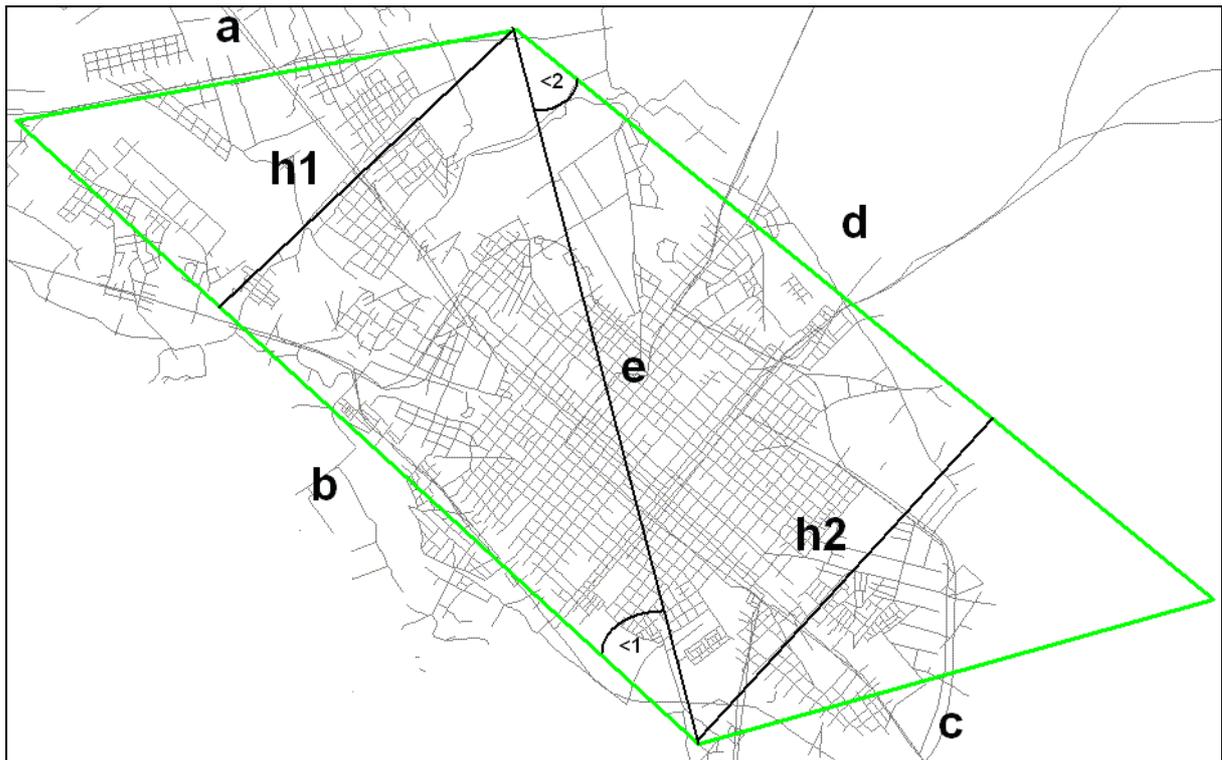


Figura 3.2 Cobertura Esperada en la Ciudad de Riobamba

3.6 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE POSIBLES USUARIOS UMTS

Para determinar el número de posibles usuarios UMTS para la red a diseñar, se utiliza una fórmula en la que se encuentra involucrado el factor de penetración antes mencionado, siendo esta:

Número posible de usuarios = Número de habitantes * factor de penetración_{UMTS}

(Ecuación 3.3)

Entonces para la ciudad de Riobamba tenemos:

- Numero de habitantes = 215173 habitantes
- Factor de penetración UMTS = 0.105

Reemplazando valores en la Ecuación 3.3 obtenemos:

Número de posibles usuarios = 215173 x 0.105

Número de posibles usuarios = 22569 usuarios

3.7 INTERFAZ DE AIRE (Link Budget)

El análisis de la cobertura es realizado usando el cálculo de la capa de enlace (Link Budget), que es definido como la máxima pérdida en dB entre la antena del Nodo B y MS (Mobile Station).

Para el dimensionamiento de la red el paso a seguir después del modelo de tráfico, es el cálculo de la capa de enlace (link budget).

El cálculo de la capa de enlace (link budget) debe realizarse:

- por área / tipo de terreno (cluster)
- por servicio/portadora → para encontrar el caso que nos limita
- por tipo de usuario / entorno
- por Fase de Despliegue de Red (el tráfico aumenta con el tiempo).

Obteniendo como resultado los siguientes datos:

- Máximo radio de celda
- La máxima pérdida del enlace (path loss) permitida
- Número de emplazamientos necesarios para una carga específica.
- Entrada para el dimensionamiento de tráfico.

3.7.1 Por Área / Tipo De Terreno (Cluster)

Existen varios tipos de agrupaciones de terrenos (clusters), en una red real de planeación el número de tipos de agrupaciones de terrenos (clusters) que pueden ser usados son 15 o más.

Tales detalles mapas/datos son apreciados en la herramienta de planeación, sin embargo esta variedad puede ser un gran problema durante la fase temprana de dimensionamiento.

Esto es porque durante las primeras fases de la planeación el número de agrupaciones de terrenos (clusters) se reduce considerablemente a Urbano Denso, Urbano, Sub-urbano, Rural y Carreteras.

El tipo de agrupación de terreno (cluster) incide sobre el modelo de propagación, así como también otros parámetros como las pérdidas por penetración y el margen de sombreado pueden ser diferentes para diferentes portadoras.

Una breve descripción acerca de los tipos de agrupaciones de terrenos (clusters) se da a continuación:

Urbano Denso

Estás son áreas dentro del medio ambiente urbano, con alta concentración de densidad de edificios, no es posible distinguir claramente la distancia desde un edificio hacia el otro, los edificios son muy altos, tienen una altura aproximada de 40m.

Urbano

Son áreas con alta densidad de edificios, consiste en la agrupación de largos edificios, oficinas, centros comerciales, etc; la distancia desde un edificio a otro se puede visualizar claramente.

El tipo escenario de una zona urbana debería tener gran cantidad de calles, que puedan ser visibles desde un mapa satelital, puede existir una pequeña zona con vegetación. El promedio de la máxima altura de los edificios es menor a 40m.

Sub-Urbano

Son áreas de viviendas que incluye algo de vegetación, principalmente se encuentran al borde de áreas urbanas. Se expande hacia fuera desde el centro de la ciudad. La altura promedio de sus construcciones es bajo los 15m.

Rural Abierto

El cluster rural corresponde a áreas sin edificios, agua, calles, etc. Este es un modelo tratado explícitamente como un área abierta. Debemos analizar si es aplicable tratarlo como este tipo de cluster o si debe ser tratado como carretera según los requerimientos.

Carretera Semi-Abierto

Este tipo de agrupación de terreno (cluster) corresponde a regiones fuera de la ciudad (Área Rural), áreas sin desarrollo, pueblos con pequeña vegetación y carreteras.

Como mencionamos, se va a brindar el servicio de video llamada a la zona urbana de la ciudad de Riobamba, por lo tanto, según lo mencionado y las definiciones inscritas, la agrupación de terreno (cluster) de nuestro estudio será urbano.

Según la Figura 3.3 en Riobamba existen diferentes tipos de agrupaciones de terreno (clusters) pero según nuestro estudio brindaremos cobertura a la agrupación de terreno urbano, en la zona considerada a brindar el servicio existe terreno sub-urbano denso y urbano denso, que van a ser tratados como urbanos debido a sus mínimas cantidades comparadas con el área total, esta consideración se la hace porque Riobamba es una ciudad pequeña, plana y equitativamente distribuida.

Cluster de la Ciudad de Riobamba

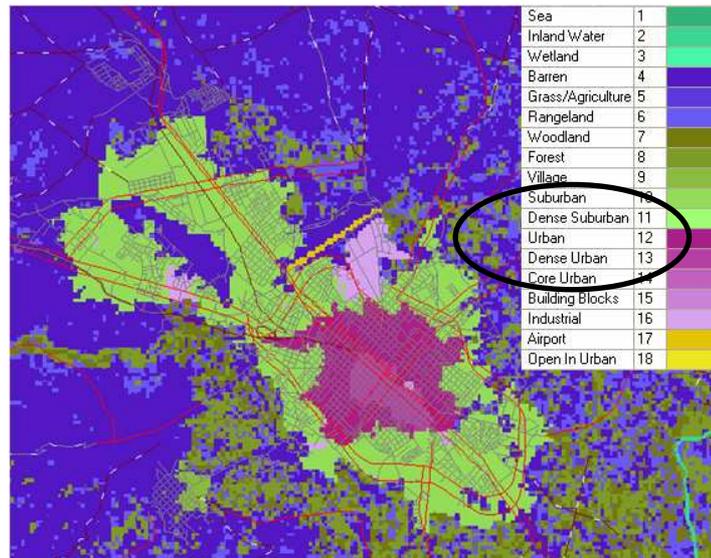


Figura 3.3 Cluster de la Ciudad de Riobamba

3.7.2 Por Tipo de Usuarios / Entorno

La selección del tipo de usuario tiene un gran impacto en el cálculo del enlace. Con el cambio de este parámetro muchos otros parámetros cambian automáticamente. Por ejemplo, cambia el valor de Eb/No (Portadora / Ruido), la ganancia de handover (hand-off) e incrementa la potencia del Tx.

El tipo de usuario es una combinación del modelo del canal (vehicular, cubierto y al aire libre para los peatones), el tipo de celdas (macro, micro o pico) y la velocidad (120Km/h, 50Km/h y 3Km/h).

3.7.2.1 Tipo de Celdas

Existen 3 tipos de celdas:

- Macro Celdas.- las antenas del nodo B se encuentran por encima del nivel del techo, se utilizan en sitios omni-direccionales y sectorizados, el más común es el de 3 sectores.
- Micro Celdas.- son sitios outdoor, cuyas antenas se encuentran localizadas por debajo del nivel del techo, se utilizan en sitios omni-direccionales y de un sector.
- Pico Celdas.- son sitios indoor, estas antenas se encuentran localizadas en el interior de edificios, casas, etc.

Según lo indicado en la Tabla 3.5 mostraremos el tipo de celdas que se deben utilizar bajo ciertas condiciones.

[7]

Tabla 3.5 Posibles Tipos de Usuarios

Posible Usuario	Macro	Micro	Pico
Un vehículo a 120Km/h	X	-	-
Un vehículo a 50Km/h	X	-	-
Un vehículo a 3Km/h	X	-	-
Outdoor, Indoor o Peatones a 3Km/h	-	X	-
En el interior de una oficina a 3Km/h	-	-	X

Teniendo en cuenta que la selección preferida es la siguiente:

- Macro Celdas Denso Urbano, Urbano, Suburbano: Un vehículo a 50Km/h.
- Macro Celdas Carretera, Rural: Un vehículo a 120Km/h.
- Micro Celdas: Outdoor, Indoor y Peatón a 3Km/h.

Por lo tanto para nuestro estudio se va a utilizar las macro celdas, puesto que nuestra zona de estudio es urbana, cumpliendo con las características de selección preferida.

REFERENCIA

[7] *BASE DE DATOS DEL INEC DE CHIMBORAZO*

Observación

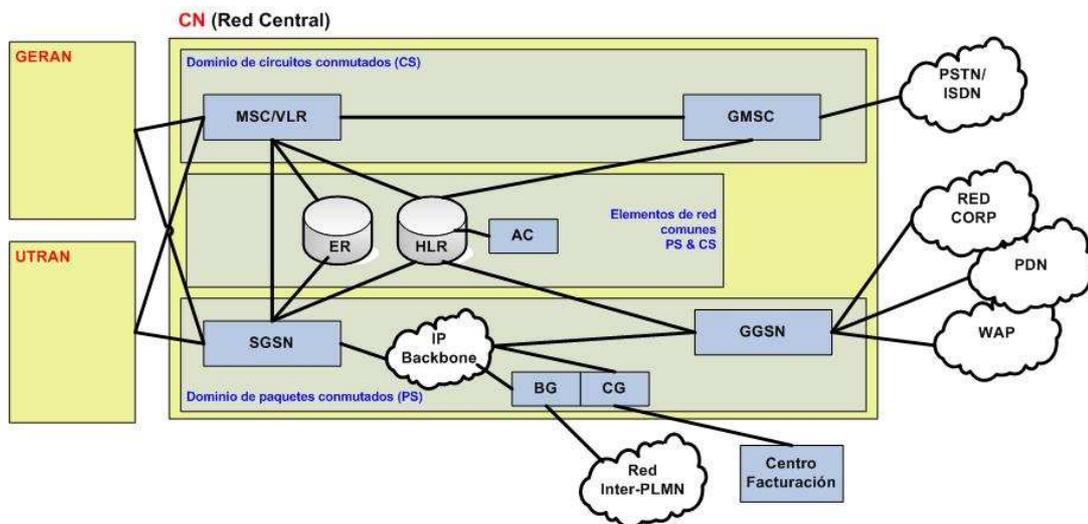
Al realizar el proceso de cálculo de la capa de enlace (link budget) se debe tener en cuenta que existen tres tipos de ambientes (usuarios):

- Outdoor
- Indoor; e
- Incar

3.7.3 POR SERVICIO / TIPO DE PORTADORA

UMTS Release 99

UMTS Release 99, tiene como objetivo principal establecer el acceso a parte de la red UTRAN, siendo una solución para UMTS WCDMA, ya que de esta manera se reducirán al mínimo los cambios que se realicen para la migración de tecnología de GSM (Global System for Mobile communications) a UMTS.



[1]

Figura 3.4 Principales Elementos de la Red UMTS Release 99

La versión UMTS Release 99, es la encargada de la especificación de WCDMA,. Las frecuencias en las que opera con UMTS 1900 y UMTS 850, son:

REFERENCIAS

- [1] DOCUMENTO DE NOKIA NETWORK OV CTXX5318EN 3GSYSTR.A.PDF

UMTS 1900

1850 – 1910 MHz para el enlace de subida (UL)

1930 – 1990 MHz para el enlace de bajada (DL); con el transmisor y el receptor con una frecuencia de separación de 80 MHz.

UMTS 850

824 - 849 MHz para el enlace de subida (UL)

869 - 894 MHz para el enlace de bajada (DL); con el transmisor y el receptor con una frecuencia de separación de 45 MHz. (de acuerdo a 3GPP TS 25.101. V6.6.0)

Entonces las posibles portadoras que pueden ser utilizadas para el cálculo de cobertura de las macro celdas en tercera generación, tomando en cuenta los valores dados de Eb/No (Portadora / Ruido) se muestran en la Tabla 3.5

[8]

Tabla 3.6 Portadoras para UMTS de acuerdo al Release 99

PORTADORA DE ACCESO DE RADIO (RAB)	TIPO DE TRAFICO	CS/CP	TASAS MAXIMAS	
			UP	DL
AMR VOZ	CONVERSACIONAL	CS	12.2	12.2
UDI	CONVERSACIONAL	CS	64	64
			28.8	28.8
			32	32
PACKET	INTERACTIVE/ BACKGROUND	PS	64	64
			64	384
			64	128
			8	8
			16	16
			32	8
			32	32
			32	64
			64	8
			64	144
			64	256
128	128			

REFERENCIA

[8] Documento de Nokia 03 bas PMN Air interface dim UMR5.0 v1.1 IUS

3.8 CÁLCULOS PARA LA CAPA DE ENLACE (LINK BUDGET)

Antes de mostrar los cálculos necesarios para dimensionar la capa de enlace “link budget”, vamos a familiarizarnos con los términos usados en este proceso y sus respectivas unidades:

Transmisor

- Potencia máxima de salida (dBm)
- Pérdida por feeders (dB)
- Ganancia de antena (dBi)
- Potencia Isotrópicamente Equivalente EIRP (dBm)
- Umbral en el Enlace de Bajada (Downlink) a Radio Promedio (dB)

Medio Ambiente / Servicio

- Procesamiento de ganancia (dB)
- Ganancia de soft handover
- Margen de control de potencia (dB)
- Margen de Interferencia (dB)
- Margen de desvanecimiento de registro normal (dB)
- Pérdida de cuerpo (dB)
- Pérdida por penetración de edificios (Indoor) (dB)
- Path Loss (dB)

Receptor

- Densidad de ruido térmico (dBm/Hz)
- Figura de ruido del receptor (dB)
- Densidad de ruido del receptor (dBm/Hz)
- Potencia de ruido del receptor (dBm)
- Eb/No requerido (dB)
- Ec/Io requerido (dB)
- Ganancia de la antena (dBi)
- Pérdida por feeders (dB)
- Potencia de señal requerida (dBm)

- Potencia Isotrópica (dBm)

3.8.1 Cálculo de la Máxima Pérdida del Enlace (Pathloss) para la Portadora Rel'99

Antes de presentar la fórmula para calcular la máxima pérdida permitida (pathloss) en el enlace, es importante conocer que es la Máxima Pérdida Permitida (Pathloss).

Máxima Pérdida del Enlace (Pathloss) (L_{max}).- pérdida máxima que la señal sufre en el camino que recorre desde el transmisor, hasta que llega al receptor y viceversa.

Esta fórmula es dada en escala logarítmica, por lo que arroja valores cuyas unidades son dBm, dBi o dB.

“Máxima Pérdida Permitida del Enlace de Subida (Pathloss para Uplink)

$$L_{max_UL} = P_{UE} + G_{ANT,ue} - L_{feeder,UE} + G_{ant,NB} - L_{feeder,NB} - \text{Tipo de Información de Densidad de Ruido Térmico} - NF_{NB} - \frac{Eb}{No} - M_{Interference} + G_{HO} - \text{Incremento de la Potencia de Tx}_{UL} - L_{body} - M_{de_sombra} - L_{penetración}$$

Ecuación (3.4)” [8]

“Máxima Pérdida Permitida del Enlace de Bajada (Pathloss para Dowlink)

$$L_{max_DL} = P_{NB\ por\ usuario} + G_{ANT,NB} - L_{feeder,NB} + G_{ant,UE} - L_{feeder,UE} - \text{Tipo de Información de Densidad de Ruido Térmico} - NF_{UE} - \frac{Eb}{No} - M_{Interference} + G_{HO} - \text{Incremento de la Potencia de Tx}_{DL} - L_{body} - M_{de_sombra} - L_{penetración}$$

Ecuación (3.5)”[8]

3.8.1.1 Significado de los Parámetros

P_{UE} (dBm).- Se refiere a la máxima potencia de salida del Equipo de Usuario

REFERENCIA

[8] Documento de Nokia 03 bas PMN Air interface dim UMR5.0 v1.1 IUS

Señalización (%).-Cantidad de potencia de salida que se transmite por el canal CPICH (Common Pilot Channel) y otros canales de emisión de señalización (broadcast).

$P_{NB, por\ usuario}$ **(dBm).**- Potencia del Nodo B dedicada a un usuario.

Observación.- La potencia total del Nodo B, debe ser dividido entre la potencia reservada para la señalización y para los N usuarios servidos por este Nodo.

$$P_{NB\ por\ usuario} = P_{NB\ total} + 10\log(1 - \text{señalización}) - 10\log(N) \quad (\text{Ecuación 3.6})$$

$G_{ant, NB}$ and $G_{ant, ue}$ **(dBi).**- Se refiere a la ganancia de la antena del Nodo B, y a la ganancia de la antena del equipo de usuario.

$L_{feeder, NB}$ and $L_{feeder, UE}$ **(dB).**- Pérdida por alimentador (feeder), se produce entre el conector de la antena del Nodo B y la antena, así como entre el conector de la antena del equipo de usuario y la antena.

En términos de mejora de la cobertura en enlace ascendente, se propone un amplificador montado en la torre (TMA), lo que compensará la pérdida de enlace entre el receptor y la antena del Nodo B.

El empleo de amplificadores montados en la torre es más útil en configuraciones con altas pérdidas por alimentador (feeder), por ejemplo cuando el Nodo B y la antena se encuentran muy lejos (lo más probable cuando se encuentra en áreas rurales o suburbanas) o también cuando el Nodo B se encuentra en el sótano y la antena en la azotea de edificios altos.

Tipo de Información.- $10\log(R_b)$ (dB/Hz)

El tipo de información se refiere al canal de tasa de bits, en donde R_b es la tasa de bits en (bps), de la portadora considerada.

Densidad de ruido Térmico = KT (dBm/Hz)

K = Constante de Boltzman = $1.38 \cdot 10^{-23}$ (J/K)

T = Temperatura en grados Kelvin ($0^\circ \text{C} = 273^\circ \text{K}$)

La densidad de ruido térmico se toma a temperatura de ambiente cerrado de ($20^\circ \text{C} = 293^\circ \text{K}$), alrededor de -174 (dBm/Hz)

 E_b/N_0 (dB)

E_b/N_0 , es el valor mínimo de energía recibido por bit sobre ruido más interferencia ($E_b/(N_0+I_0)$), en este radio el receptor sigue siendo capaz de decodificar la señal recibida para el BER (Bit Error Rate) requerido.

Cabe mencionar que el nivel de ruido es una combinación del ruido de fondo y la interferencia creada por otros usuarios en el sistema.

 NF_{NB} y NF_{UE} (dB) Figura de Ruido del Nodo B y del Equipo de Usuario

Se refiere a la cantidad de ruido en (dB), causado por el procesamiento de la señal en los componentes electrónicos activos, añadido a la densidad del ruido térmico el ancho de banda del ruido del receptor.

Margen de Interferencia M (dB)

El margen de interferencia toma en cuenta el incremento de ruido que se produce debido a las interferencias intra-celda e inter-celda, el ruido total también aumenta con el incremento del número de usuarios en el sistema.

El impacto en la dirección de UL, se calcula así:

$$M_{\text{interferencia en el enlace de subida (uplink)}} = 10 * \log(1 - Cell Load_{UL}) \quad (\text{Ecuación 3.7})$$

En el enlace de bajada (downlink), los niveles de interferencia de intra-celda I_{ic} e inter-celda I_{oc} están relacionados con el nivel total de ruido térmico $N_{thermal}$ en el cálculo del margen de interferencia.

La pérdida de ortogonalidad en el enlace de bajada (downlink) debido a las características de propagación del medio ambiente genera interferencia intra-celda al receptor del equipo de usuario.

Debido a las diferentes condiciones de ortogonalidad que existe entre el enlace de bajada (downlink) y el enlace de subida (uplink) el cálculo del margen de interferencia para el enlace de bajada (downlink) es el siguiente:

$$M_{\text{interferencia para el enlace de bajada (downlink)}} = 10 \log((I_{ic} + I_{oc} + N_{\text{thermal}}) / N_{\text{thermal}}) = -10 * \log(1 - \text{Cell Load}_{DL})$$

(Ecuación 3.8)

G_{HO} (dB).- Ganancia de Handoff

Tanto para soft handover como para hard handover se toma en cuenta un margen de desvanecimiento debido a la relación que existe con la estación base, sin embargo soft handover debido al suave desvanecimiento ofrece una macro diversidad de ganancia con respecto al rápido desvanecimiento (hard handover).

Incremento de la Potencia de Transmisión (dB)

El incremento de la potencia de transmisión se refiere a un margen que hay que tener en cuenta como un respaldo de la potencia al final de la transmisión.

Este margen se aplica especialmente a los móviles que tienen lento movimiento como el de los peatones, o cuando es indoor u outdoor a 3Km/h.

Hay que tener en cuenta que este efecto es mejor considerado en el enlace de subida (uplink) ya que en el enlace de bajada (downlink), se puede asumir que el efecto se promedia sobre los múltiples usuarios.

L_{body} (dB) Body Loss

La pérdida de cuerpo se refiere a que el cuerpo de los usuarios afecta la radiación por lo que los resultados recibidos por las ondas de radio mientras el usuario está hablando por teléfono; por ejemplo, puede presentar hasta una pérdida de 3dB, si el usuario está con el teléfono a la altura del hombro, mientras que si el usuario se encuentra usando manos libres, la pérdida de cuerpo puede ser considerada hasta de 0dB.

$M_{de\ sombra}$ (dB) Shadowing Margin o Margen de Sombra

El margen de sombra es la cantidad en la que un nivel de señal recibido puede reducir el rendimiento del sistema, sin que caiga por debajo de un determinado valor umbral.

 $L_{penetración}$ - Pérdida por Penetración

La pérdida por penetración se produce cuando el usuario del equipo se encuentra operando este dentro de edificios, vehículos, o en zonas forestales, ya que en estos sitios existe un incremento en la pérdida de propagación.

3.9 MODELO DE PROPAGACIÓN

Cabe indicar que la aplicabilidad de un modelo de propagación depende de las especificaciones que este mismo requiera, tal como son: tipo de terreno (montañoso, ondulado, casi liso), las características del ambiente de propagación (si es área urbana, suburbana, abierta), características de la atmósfera (índice de refracción, intensidad de lluvias), propiedades eléctricas del suelo (conductividad terrestre), tipo de material de las construcciones urbanas, etc.

Para la fase de dimensionamiento sin embargo existen modelos Standard, que pueden ser usados como predeterminados.

El modelo de propagación predeterminado para Macro celdas, es el de una pendiente, y es el que se utilizará para nuestro diseño.

3.9.1 Modelo de Una Pendiente

El modelo de una pendiente toma en cuenta que la pérdida del enlace (pathloss) L , depende de la distancia d , entre la antena del Nodo B y la del móvil, la frecuencia de transporte f (2GHz), la altura de la antena del Nodo B h_{BS} y la del móvil h_{ms} , y el tipo de cluster.

La pérdida del enlace (pathloss) arroja los resultados en dB.

A continuación se mostrará varias fórmulas con las que podremos calcular los parámetros mencionados:

f	Frecuencia:	850-1500-2000MHz
h_{BS}	Altura de la estación base	30-200m
h_{ms}	Altura del móvil	1-10m
d	Distancia	1-20Km

$$L_{parhloss} = 46.3 + (33.9 \log(f(MHz))) - (13.82 \log(h_{BS}(m))) - \alpha(h_{MS}(m)) + S_1 \log(d(Km)) + L(cluster)$$

$$S_1 = 44.9 - 6.55 \log(h_{BS}(m)) \tag{Ecuación 3.9}$$

En donde el factor de corrección para la altura de la antena de la estación móvil h_{MS} , es calculado de acuerdo a:

$$\alpha(h_{MS}(m))_{urbano,denso\ urbano} = 3.2 * (\log(11.75 * (h_{MS}(m))))^2 - 4.97 \tag{Ecuación 3.10}$$

$$\alpha(h_{MS}(m))_{suburbano,rural\ y\ carretera} = h_{MS}(m) * (1.1 * \log(f(MHz)) - 0.7) - (1.56 * \log(f(MHz)) - 0.8) \tag{Ecuación 3.11}$$

El tipo de agrupación de terreno (cluster) es considerado en las siguientes fórmulas:

$$L(\text{denso-urbano}) = 3 \tag{Ecuación 3.12}$$

$$L(\text{urbano}) = 0 \tag{Ecuación 3.13}$$

$$L(\text{suburbano}) = -2 * \left(\log\left(\frac{f(MHz)}{28 * 1MHz}\right) \right)^2 - 5.4 \tag{Ecuación 3.14}$$

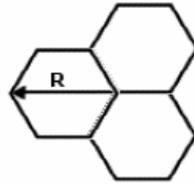
$$L(\text{carretera}) = -4.78 * (\log(f(MHz)))^2 + 18.33 * \log(f(MHz)) - 35.94 \tag{Ecuación 3.15}$$

$$L(\text{rural}) = -4.78 * (\log(f(MHz)))^2 + 18.33 * \log(f(MHz)) - 40.94 \tag{Ecuación 3.16}$$

3.9.2 CÁLCULO DEL ÁREA DE LA CELDA Y DE LA DISTANCIA DE SITIO A SITIO

Para realizar los cálculos mencionados, primeramente se debe escoger el tipo de celda a utilizar.

En nuestro caso vamos a utilizar un sitio con tres celdas, cuyo lóbulo principal de la antena será menor a 90°, y se asume celdas hexagonales, como se indica en la Figura 3.4



[7]

Figura 3.5 Sitio de Tres Sectores con Celdas Hexagonales

En este caso el área de la celda se calcula de la siguiente manera:

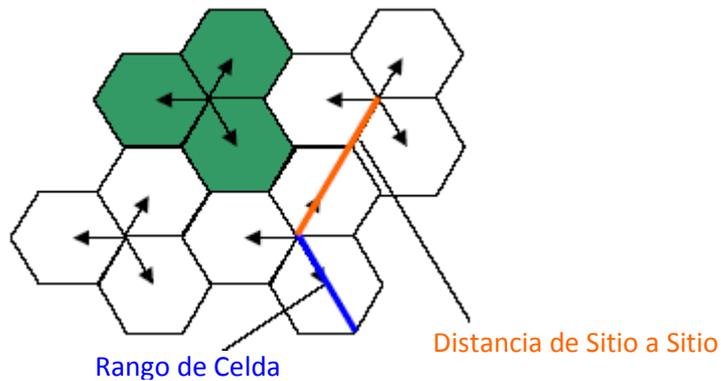
$$A_{\text{cell}} = \frac{3 \cdot \sqrt{3}}{8} \cdot (R_{\text{max}})^2 \tag{Ecuación 3.17}$$

En donde R_{max} es el rango de la celda d .

La distancia de Sitio a Sitio para el cálculo de tres sectores está dado por:

$$D = 1.5 \cdot R \tag{Ecuación 3.18}$$

Como se muestra en la Figura 3.5



[8]

Figura 3.6 Rango de la Celda y Distancia de Sitio a Sitio para Celdas Hexagonales

El área del sitio está dado por la siguiente fórmula:

$$A_{\text{sitio}} = A_{\text{celda}} \cdot S \tag{Ecuación 3.19}$$

REFERENCIA

- [7] BASE DE DATOS DEL INEC DE CHIMBORAZO
- [8] Documento de Nokia 03 bas PMN Air interface dim UMR5.0 v1.1 IUS

En donde S es el número de sectores por sitio

El número de Nodos B requeridos para cubrir un sitio dado puede ser fácilmente calculado con la siguiente ecuación:

$$\text{Número de Nodos B} = \frac{A_{\text{area}}}{A_{\text{celda}} * S} \quad (\text{Ecuación 3.20})$$

3.10 DIMENSIONAMIENTO DEL TRÁFICO

Después del cálculo de la capa de enlace (link budget) el siguiente paso a realizarse en el proceso de dimensionamiento, es el dimensionamiento de tráfico.

El área del sitio y número de sitios han sido definidos en el cálculo de la capa de enlace, para mantener la cobertura con ciertos supuestos sobre la carga de tráfico tanto en el enlace de subida (uplink) como en el enlace de bajada (downlink). En el dimensionamiento estos supuestos fueron verificados con la demanda de tráfico por fase y por área. Se verifica de tal modo que se cumpla que el número de sitios calculado por la capa de enlace (link budget), es suficiente para cubrir la demanda de tráfico real.

3.10.1 Parámetros de Entrada

El cálculo del tráfico en la fase de dimensionamiento está basado en hipótesis, la misma que asume que todos los sitios en cualquier ambiente podrían llevar la misma carga de tráfico.

Por lo que requiere la descripción detallada de cada uno de los ambientes.

3.10.1.1 Parámetros Generales

3.10.1.1.1 Fases

El cálculo generalmente se hace para que la red dure los años que la penetración de la tecnología lo permita. En este tiempo la red ya será construída con la capacidad de soportar el incremento de sitios y por ende el incremento de la demanda de tráfico según vaya cambiando.

3.10.1.1.2 Área

Al hablar del área hay que tener algunas consideraciones por ejemplo cuando el planeador de red debe dimensionar la red, debe tener en cuenta que el área posea un solo tipo de grupo de terreno (cluster) así como una demanda homogénea de tráfico sobre la misma.

3.10.1.2 Descripción de la Red por Área y por Fase

La red puede ser descrita en base a parámetros que para su estudio pueden ser divididos en:

- Parámetros comunes
- Resultados de la capa de enlace (link budget)
- Demanda de tráfico; y
- Criterio de Calidad de Servicio (QoS)

3.10.1.2.1 Parámetros Comunes

- **Tamaño del área y cobertura requerida (Area (sqKm) y req_cov (%))**

Cuando hablamos del tamaño del área, normalmente hablamos de la cobertura requerida por fase. Debiendo tener en cuenta que la cobertura puede cambiar con el transcurso del tiempo, inicialmente la cobertura que se debe brindar puede ser pequeña, y la conocemos como (fase 1); pero posteriormente debido a los diferentes factores esta puede cambiar y requerir brindar cobertura a un mayor espacio, teniendo en cuenta que se va incrementando en fases consecuentes.

- **Número de Frecuencias Disponibles (Ncarrier)**

Se refiere al número de frecuencias portadoras que pueden ser usadas en un área y fase en particular.

- **Funciones utilizadas para la capacidad de mejoras**

Se refiere a la introducción de nuevas características como la diversidad de transmisores (Tx). La detección de múltiples usuarios (MUD), o antenas inteligentes que tienen un impacto sobre la capacidad del sistema.

3.10.1.2.2 Resultados de la Capa de Enlace (Link Budget)

- **Área del sitio (sqKm)**

Se refiere al área del sitio calculado por la capa de enlace (link budget) para el área considerada.

- **Carga de la celda para el enlace de subida (uplink) y para el enlace de bajada (downlink). (Load_link_budget_UL; Load_link_budget_DL)**

Esta es la carga con la que fue asumida en el cálculo de la capa de enlace (link budget), por celda y por portadora. Esta es la carga máxima que se permite en un área en particular.

3.10.1.3 Demanda de Tráfico

La demanda de tráfico puede ser dada en diferentes formatos, lo importante es preparar este formato de acuerdo al utilizado por la herramienta seleccionada.

El formato que se utilizará para este diseño es el volumen de tráfico para la Hora Pico.

3.10.1.4 Criterio de Grado de Servicio (GoS)

El criterio de grado de servicio depende de la clase de tráfico de la portadora. Lo llamamos grado de servicio (GoS) porque esta relacionado de punta a punta con la calidad, la diferencia está en que en el grado de servicio se expresará en sí, el número máximo de conexiones permitidas al mismo tiempo; en cambio la calidad de servicio expresa valores de calidad en un contexto generalizado, tomando en cuenta el GoS como parte de la medida de calidad de servicio.

Para la clase de tráfico conversacional y para el flujo de datos continuo (streaming), los criterios son:

- **Probabilidad de Bloqueo (%)**

Los valores de la demanda de tráfico se traducen en un número promedio de usuarios simultáneos, que están haciendo una llamada en la hora pico, hay que destacar que el número de usuarios que se encuentren realizando la llamada en la hora pico es variable.

Para garantizar que una llamada no se bloquee hay que tener en cuenta que el ancho de banda requerido en el aire, tiene que ser generalmente más grande que el requerido para satisfacer la demanda del promedio de los usuarios simultáneos. Si este efecto no se produce es porque el ancho de banda del aire está configurado para soportar el tráfico del número promedio de usuarios simultáneos en la hora pico.

- **Bloqueos no Considerados**

Si el bloqueo no ha sido considerado es porque el ancho de banda requerido se establece en el número medio de los usuarios simultáneos.

Para la clase de tráfico Interactive/Background, tráfico orientado a paquetes, los criterios son:

- **El Mejor Esfuerzo**

No presenta garantías con respecto a cualquier demora que exista, el usuario tendrá el servicio por la mejor ruta que en el instante dado le fuera posible.

- **Retardo (segundos)**

“El mínimo valor promedio de retardo es de 0.5 seg y para el 95% de los paquetes el mayor retardo debe ser de 2 seg. Este retardo solamente se relaciona con la demora por encolamiento en la interfaz de aire (GoS, grado de servicio) y retardos menores no son aceptables por el tiempo de procesamiento de cada paquete, al reducir este tiempo de tolerancia entre cada paquete, se podría saturar el buffer de entrada de datos de UE y perder información por este motivo, es por esta razón que, si se requiere menores retardos debería escoger una portadora de conmutación de circuitos con 2% de bloqueo.” [8]

3.10.1.5 Dimensionado de Cálculo

Para realizar el dimensionado del cálculo se deben seguir algunos pasos, ya que estos cálculos se han hecho por área y fase.

REFERENCIA

[8] Documento de Nokia 03 bas PMN Air interface dim UMR5.0 v1.1 IUS

3.10.1.5.1 Demanda de tráfico por Sitio

Para conocer el número de sitios (N sitios) en un área y fase en particular se emplea la siguiente fórmula:

$$N \text{ sitios} = A \text{ área} / (A \text{ sitio} * \text{req cov} / 100) \quad (\text{Ecuación 3.21})$$

La demanda de tráfico por sitio, portadora y enlace dado en (kbit/s/sitio) es:

$$datos_{\text{sitio, portadora i, UL / DL}} = datos \text{ vol}_{\text{area, portadora i, UL / ADL}} / 3600s / N \text{ sitios} \quad (\text{Ecuación 3.22})$$

3.11 PARÁMETROS PREDETERMINADOS PARA UMTS

3.11.1 Parámetros de la Capa de Enlace (Link Budget) para Macro Celdas

Al realizar el dimensionamiento de la red, existen valores que van a ser los mismos sin importar el tipo de grupo de terreno (cluster) que sea, o en el ambiente que se esté (urbano, suburbano, rural, carretera), o el tipo de suelo en el que se encuentre, a estos parámetros los conocemos como predeterminados, y los valores que vamos a utilizar en nuestro dimensionamiento son los que se muestran en la Tabla 3.7.

Tabla 3.7 Parámetros Predeterminados De La Capa de Enlace (Link Budget)

PARÁMETRO	VALOR PREDETERMINADO
Ambiente	Asignación Preferente
	Macro Celda Denso Urbano, Urbano, Suburbano: Vehículo a 50Km/h
	Macro Celda Camino, Rural: Vehículo a 120Km/h
Máxima Potencia de Tx	43 dBm (20W) CAT 20 46dBm (40W) CAT 40
Señalización	20%
Máx Potencia de Tx por Canal de Tráfico en UE	21 dBm para voz
	24 dBm para servicio de datos
Pérdida por feeder del Nodo B	CAT
	Denso Urbano -1dB
	Urbano -1dB
	Suburbano -1dB
	Rural -3dB
Carretera -3dB	
Pérdida por feeder del UE	0 dB
Ganancia de la antena de Tx del Nodo B	18.5 dBi para 3 sectores por sitio
	16.5 dBi para 2 sectores en camino
	12.1 dBi para sitios omnidireccionales
Ganancia de la antena de Tx del UE	0 dBi y cuando el usuario está sobre un vehículo: 2 dBi
Pérdida de Cuerpo para el Nodo B	0 dB
Pérdida de Cuerpo para el UE	3 dB para voz, 0 dB para otros servicios
Figura de Ruido para UE	7 dB
Figura de Ruido para el Nodo B	sin TMA: 3.5 dB; con TMA 3 dB
Relación de Potencia del canal CPICH	10% del total de la potencia transmitida por el nodo B
EIRP w/o Señalización	Suma de la Potencia de Transmisión del transmisor(dBm) + Potencia Dedicada a Señalización (-dBm) + Pérdidas del Sistema de Transmisión (-dBm)+ Ganancia de la Antena
EIRP w/o Señalización por usuario	EIRP/N_usuarios
Margen de Interferencia	$10\log(1-\text{carga de celda})$ para el diseño se asume 50-75% de carga de celda
Tasa de Información [dBHz]	$10\log(\text{máxima tasa de datos})$
Ganancia de Handooff para usuarios a vel de 50 y 120	Ganancia de soft Handover CS y PS 5dB
	Ganancia de Hard Handover CS y PS 4.7 dB
Ganancia de Handooff para usuarios a velocidad de 3	Ganancia de soft Handover CS y PS 6.1dB
	Ganancia de Hard Handover CS y PS 5.9 dB
Incremento de la Potencia de Usuarios a 120Km/h	Uplink 0dB
	Downlink 0dB
Incremento de la Potencia de Usuarios a 50Km/h	Uplink 0.5dB
	Downlink 0dB
Incremento de la Potencia de Usuarios a 3Km/h	Uplink CS 1.5dB
	Uplink PS 2dB
Altura de las antenas	30m para nodos B
	1.5m para UE

Desviación Estándar	8 dB para Urbano y suburbano
	9 dB para clutter urbano denso
Probabilidad de Ubicación en el área de la celda	95% u 86% con desviación estándar de 8 dB
Probabilidad de Ubicación en el límite de la celda	96.6% ó 90% con desviación estándar de 8 dB
Pérdida de Penetración	Grupo de terreno (Clutter Urbano - 13dB
	Grupo de terreno (Clutter) Suburbano - 8dB
	Grupo de terreno (Clutter) Rural - 3dB
Uso de TMA	Para CAT 20 y CAT 40

Una vez conocidos los datos que se requieren se procederá a la elaboración de los informes SAM de acuerdo al número de sitios que se requieran para brindar cobertura y cumplir con los objetivos propuestos.

Según el diseño realizado en el Capítulo 4, para cumplir con los objetivos propuestos se requiere de 8 sitios, por lo tanto se procederá a realizar 8 informes SAM, cabe recalcar que estos informes poseen formatos establecidos que son los que se mostrarán a continuación y que esta información la provee el operador, en este caso Telefónica.

En Riobamba por ser una ciudad plana, es posible ubicar los sitios en la mayoría de puntos establecidos en el diseño, sin embargo existió una pequeña zona en donde se tuvo que modificar la ubicación de las estaciones para cumplir con los objetivos de cobertura, en la zona densa de Riobamba.

A continuación se detallará la estructura de un informe SAM, tomando en cuenta que este modelo se aplica a cada uno de los sitios en donde se van a ubicar los Nodos B correspondientes.

REFERENCIA

[8] Documento de Nokia 03 bas PMN Air interface dim UMR5.0 v1.1 IUS

3.12 ESTRUCTURA DEL INFORME SAM (Mapa de Área de Búsqueda)

Para explicar la estructura del informe se tomarán como ejemplos de ser necesario los datos pertenecientes al Nodo B Riobamba 1, entonces:

1. El informe consta de 3 documentos denominados de la siguiente manera:
 - PROYECTO RIOBAMBA
 - Radio de Búsqueda Riobamba X
 - 00X_SAM RIOBAMBA_X

X corresponde al número de sitio al que corresponda el informe, por ejemplo:

- PROYECTO RIOBAMBA
- Radio de Búsqueda Riobamba 1
- 001_SAM RIOBAMBA_1

2. El primer documento (PROYECTO RIOBAMBA) lo entrega OTECEL al proveedor, en este se encuentran ubicados los objetivos de cobertura que debe cumplir el proveedor, en este caso NOKIA SIEMENS y según esta información encontrar la ubicación del sitio en donde se va a implementar el Nodo B, este documento se encuentra estructurado de la siguiente manera:

Introducción.- narra una breve descripción del porque se desea implementar el servicio en el lugar escogido.

Objetivos de Cobertura.- detalla los lugares a los que se quiere brindar cobertura, incluye las coordenadas del punto en donde se puede encontrar a estos sitios y la altura aproximada sobre el nivel del mar en el que se encuentran.

Ubicación de Objetivos.- esta sección nos muestra los lugares a los que se debe brindar cobertura con la correcta ubicación de los sectores de cada Nodo B.

Información Adicional.- esta información se trata de un documento denominado Radio de Búsqueda X, en el cual OTECEL ya ha realizado la investigación de “en donde puede ir ubicado el sitio según sus requerimientos”, por lo general en

ciudades pequeñas y planas la ubicación que muestra OTECEL es la ubicación en donde se va a ubicar el sitio, el proveedor cumple la función de confirmar esta posición.

Observaciones y Sugerencias.- en este ítem se colocan las novedades que pueden existir durante el procedimiento, como su nombre lo indica también se ubican sugerencias que favorezcan el funcionamiento de el diseño.

3. El segundo documento (Radio de Búsqueda Riobamba X) lo entrega OTECEL al proveedor, el documento contiene:

Introducción.- se ubica una breve descripción del porque se desea brindar el servicio.

Características de la Zona.- nos muestra una breve descripción de las características de la zona a la que se quiere brindar cobertura.

Configuración Requerida.- nos muestra la configuración que OTECEL requiere para cada uno de los sectores que forman el Nodo B, sin embargo esta configuración debe ser validada por el proveedor a través de la obtención de la predicción de cobertura de este Nodo B con los datos requeridos.

Radio de Búsqueda.- en este numeral se ubican datos como:

(Opción = 1).- significa que es la primera opción en la que se debe tratar de ubicar el sitio, de no ser posible la ubicación en este punto entonces se buscarán otras opciones (2,3....).

Sigla.- proporciona el nombre único que va a tener el sitio.

Coordenadas.- en este campo se encuentran las coordenadas geográficas en el que va a ir ubicado el sitio, incluido la altura a nivel del mar al que se encuentra el terreno.

Tendido Eléctrico, Camino de Acceso y Dirección.- son datos que facilitan al proveedor para brindar mayor rapidez en la validación de este documento.

Consideraciones y Recomendaciones.- son observaciones que el cliente coloca con la finalidad de prevenir fallas en el proceso o para facilitar el mismo.

4. El tercer documento (001_SAM RIOBAMBA_1) lo elabora el proveedor en base a los 2 documentos anteriores entregados por OTECEL, el mismo que se encuentra estructurado de la siguiente manera:

Está dividido en 5 bloques

Bloque 1: contiene la Información General como:

- **El Nombre del SAM.-** corresponde al nombre que se le da al informe por ejemplo RIOBAMBA 1.
- **Supervisor de RP.-** corresponde al nombre del Supervisor de Planeación de Radio, que es la persona responsable de supervisar el diseño que se ha realizado.
- **Supervisor de Adq.-** corresponde al nombre del Supervisor de Adquisición, que es el nombre de la persona encargada de conseguir el contrato para ubicar el sitio en las coordenadas indicadas.
- **Las coordenadas geográficas en donde se encuentra ubicado el sitio,** por ejemplo, Riobamba 1 se encuentra en las coordenadas:
Latitud (WGS84: 1°39'16.56" S)
Longitud (WGS84: 78°40'45.12" W)
- **La región a la que pertenece el sitio,** en este caso a Ecuador se lo divide en 2 regiones: Norte y Sur para que sea más fácil la ubicación de los sitios, entonces según esta clasificación la ciudad de Riobamba pertenece a la Región Norte.
- **Diámetro del SAM.-** corresponde al diámetro en el que se puede buscar la nueva ubicación del sitio si es que en la primera opción no es posible ubicarlo, por ejemplo para Riobamba 1, se puede buscar una nueva ubicación 150m a la redonda de la ubicación principal.
- **Fecha de Publicación del SAM.-** Corresponde a la fecha en que se entrega el informe para proceder con la validación de los datos, por ejemplo para Riobamba 1 este informe fue publicado el 21 de Julio del 2009.

- **Ciudad/Población.-** corresponde a la ciudad en que se va a ubicar el sitio, en nuestro estudio los sitios serán ubicados en la ciudad de Riobamba, cantón Riobamba.
- **Fase.-** corresponde al número de fase en el que se encuentra el proyecto, en este caso es la fase de diseño por lo que siempre será la fase 1.

Bloque 2: contiene la Información de Equipos:

- **Sector #.-** corresponde al número de sectores que va a poseer cada sitio por ejemplo Riobamba 1 va a tener 3 sectores.
- **Azimut por Sector.-** corresponde al ángulo al que va a estar dirigido cada sector, tomando en cuenta que un sector corresponde a una antena, en el caso de Riobamba 1 existen 3 sectores con las siguientes orientaciones:

Sector 1	40°
Sector 2	160°
Sector 3	270°

- **Banda de Frecuencia.-** corresponde a la frecuencia en la que estamos trabajando, la frecuencia en la que se brinda el servicio, en nuestro caso brindamos el servicio utilizando la frecuencia de 850 MHz.
- **Altura de la Antena.-** corresponde a la altura que va a tener cada sector de nuestros sitios para brindar la cobertura requerida, esta altura es medida desde el nivel del suelo hasta el lugar en el que se ubica la antena por ejemplo para el sitio Riobamba 1, las antenas se ubicarán a las alturas:

Sector 1	18m
Sector 2	15m
Sector 3	24m

- **Tamaño de la Antena (HxWxD).-** corresponde a las dimensiones que tiene la antena: largo, ancho y espesor, para nuestro diseño se utiliza la antena 739686 que tiene las dimensiones 2580/261/116mm.

- **Tipo de Elemento de Red.-** corresponde a la clase de Nodo B que se utiliza para nuestro diseño, el tipo de Nodo usado es el Flexi WCDMA.
- **Cluster Número.-** como se ha mencionado existen varios tipos de agrupaciones de terreno (cluster) y a cada uno se le puede asignar una numeración, sin embargo nosotros utilizamos un solo tipo de agrupación de terreno (cluster) que es el urbano por lo que lo numeraremos como cluster número 1.

Bloque 3: contiene la información de Comentarios / Objetivos de Cobertura.

En este bloque colocamos los lugares a los que se va a brindar cobertura con los sectores colocados en cada Nodo B, además se puede ubicar comentarios en caso de existirlos.

Bloque 4: contiene la Información de Candidato Identificado.

Antes de escoger el lugar en el que se van a ubicar los sitios, se dan algunas opciones con la finalidad de escoger la mejor, en cuanto a ubicación y precio.

En nuestro caso nos referiremos a la mejor ubicación debido a que la cuestión de precio es relativo y dependería de los dueños de los puntos en donde serían las posibles ubicaciones.

- **Dirección de Candidato Sugerido.-** se refiere a la dirección en donde sería la posible ubicación del sitio, de no ser válida la ubicación teórica se colocará una segunda ubicación en donde se pueda colocar el sitio.
- **Foto.-** en esta casilla se ubica SI o NO debajo del cuadro dependiendo el caso, SI, si se tienen las fotos panorámicas y directivas de esta ubicación y NO si no se tienen estas fotos..
- **Latitud y Longitud.-** corresponden a las coordenadas de la dirección en la que se va a ubicar el sitio.
- **Altura.-** corresponde a la altura sobre el nivel del mar al que se encuentra el terreno en donde se ubicará el sitio.

Bloque 5: Aprobación

Una vez realizada la búsqueda y concretado los datos el punto final es la aprobación de en donde se va a ubicar el Nodo B, para ello se requieren las siguientes firmas:

- Planificador.- firma del Ingeniero que realiza el trabajo hasta encontrar o confirmar las ubicaciones de los sitios, seguidos de la fecha en que se firma el documento.
- Director.- corresponde a la firma de la persona que se encuentra dirigiendo el proyecto, seguido de la fecha en que firma el documento.

Una vez detallada la estructura del informe SAM, presentaremos el informe de Riobamba 1 como ejemplo, los informes correspondientes a los otros sitios se los puede encontrar en el Anexo 1.

PRESENTACION DE INFORMES SAM POR SITIO

PROVINCIA DE CHIMBORAZO

CIUDAD DE RIOBAMBA

Telefonica

Móviles

*OTECEL S.A.
VICEPRESIDENCIA TÉCNICA
Proyecto Riobamba*

3.13 PROYECTO RIOBAMBA 1

PROYECTO RIOBAMBA 1

1 INTRODUCCIÓN.-

Dado que la tecnología 3G se ha aplicado inicialmente en las ciudades principales, con lo que es video-llamada; posteriormente se busca cubrir el mercado restante, y uno de estos lugares es la ciudad de RIOBAMBA, ubicada en la provincia de Chimborazo, debido a que es una ciudad que atrae al turismo y que gran porcentaje de esta población migra a las ciudades principales, requiriendo de este servicio cuando retornan ocasionalmente a su ciudad natal.

En la actualidad OTECEL no brinda este servicio celular 3G en la zona, por lo que es importante la implementación de un nuevo proyecto que permita satisfacer las necesidades de los clientes actuales y futuros.

2 OBJETIVOS DE COBERTURA

Como objetivo principal de cobertura de este proyecto se debe considerar:

	Objetivo	Latitud	Longitud	ASMN
1	Brindar cobertura a la zona urbana de la ciudad de Riobamba al sector de la ESPOCH, este Nodo cubre la Escuela Politécnica Nacional y los barrios Politécnica, Ciudadela Los Olivos 1 y Ciudadela Los Olivos 2.	1°39'8.99"S	78°40'30.98"W	2818m

2.1 UBICACIÓN DE OBJETIVOS

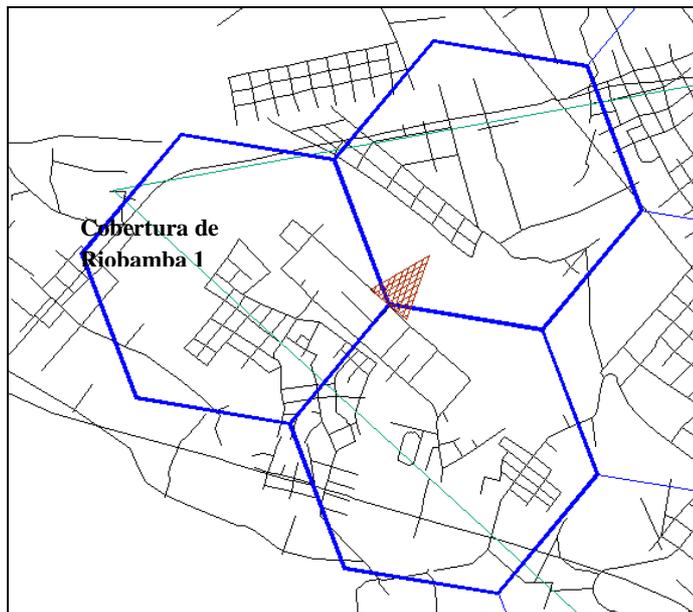


Fig 1.- Ubicación de objetivos de Cobertura

En la Figura 1 se puede apreciar la ubicación del objetivo de cobertura, Riobamba 1, teniendo en cuenta que posee cobertura la zona que se encuentra dentro de los tres hexágonos, en la intersección de los tres hexágonos está ubicado el Nodo B y su alcance de cobertura se define por el límite de cada uno de los tres hexágonos.

3 INFORMACIÓN ADICIONAL

Se adjunta a continuación el radio de búsqueda realizado.

[Radio de Búsqueda Riobamba.doc](#)

4 OBSERVACIONES Y SUGERENCIAS

- Este sitio debe ser implementado en el lugar negociado con la finalidad de cumplir óptimamente con la cobertura que se desea brindar.
- En el radio de búsqueda se encuentra especificada la configuración requerida.
- Este sitio se encuentra ubicado en una zona sub-urbana densa pero para criterios de diseño será tratada como una zona urbana, ya que en Riobamba por ser una ciudad pequeña al brindar este servicio únicamente a la zona urbana, el servicio no va a ser perceptible por el cliente, y sería causa de molestias produciendo la baja acogida de esta aplicación.

Telefónica

Móviles

*OTECEL S.A.
VICEPRESIDENCIA TÉCNICA
Proyecto Riobamba*

3.14 RADIO DE BÚSQUEDA

Riobamba 1

RADIO DE BÚSQUEDA DEL NODO RIOBAMBA 1

5 INTRODUCCIÓN.-

En la actualidad no se cuenta con la tecnología UMTS en la ciudad de Riobamba que brinda el servicio de 3G, solo se cuenta con tecnología GSM y CDMA por lo que es importante implementar esta tecnología y brindar este servicio para lograr ser competitivos en el mercado.

Por todo lo mencionado anteriormente es necesario ubicar tantas estaciones como se requieran para brindar cobertura 3G en la zona urbana de la ciudad de Riobamba.

6 CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA.-

Para cubrir la zona deseada, podemos observar que por ser zona urbana posee un gran porcentaje de población, por lo que debemos ser cuidadosos con la ubicación de los sitios, para que no se presenten interferencias y se pueda cubrir óptimamente toda el área requerida, y brindar así el servicio sin problema alguno.

Para ello se seguirá un proceso de análisis de ubicación de los sitios.

7 CONFIGURACIÓN REQUERIDA.-

En este nuevo sitio será implementado el nodo B utilizando la tecnología WCDMA para brindar el servicio de video llamada, el cual dispondrá de tres sectores con su configuración respectiva mostrados en la tabla 1 para cumplir con los objetivos de cobertura propuestos.

Tabla 1

	Azimut por sector	Altura	Tilt Eléctrico	Tilt Mecánico	Ancho del Lóbulo
Sector_1	40°	18m	0°	8°	65°
Sector_2	160°	15m	0°	8°	65°
Sector_3	270°	24m	0°	6°	65°

Para cumplir con lo requerido, se necesita un espacio de por lo menos 10x12 m, debido a que se requiere ubicar una torre tomando en cuenta que es una zona sub-

urbana poblada, por ser Riobamba una ciudad pequeña, esta será tratada como zona urbana casi en su totalidad.

A continuación se muestra la predicción del sitio.

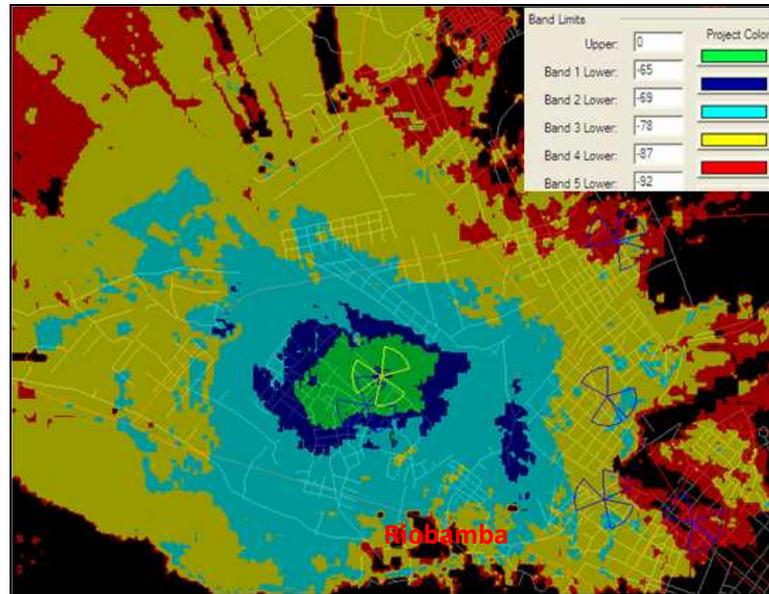


Fig 2.- Predicción de Riobamba_1

La Figura 2 nos muestra la cobertura que van a brindar los tres sectores del Nodo B Riobamba 1, según la configuración indicada en la Tabla 1.

8 RADIO DE BÚSQUEDA.-

OPCION 1
Sigla: RIO_1
Coordenadas

ASNM: 2818m
latitud: 1°39' 16.56"S
longitud: 78°40'45.12"W

Tendido Eléctrico: Disponible
Camino de acceso: Disponible
Dirección: Calle D Dr Camilo Ponce, Mz E, Cdla Los Olivos.

9 CONSIDERACIONES Y RECOMENDACIONES

De no negociarse esta opción, se recomienda negociar terrenos vecinos más altos y tomar muy en cuenta las consideraciones del radio de búsqueda requerido.



3.15 MAPA DE ÁREAS DE BÚSQUEDA (SAM)
SAM NÚMERO: 001.

<i>INFORMACIÓN GENERAL:</i>		
Nombre del SAM: RIOBAMBA 1	Región: Norte	Fase: 1
Supervisor de RP:	Diámetro del SAM: 150m	
Supervisor de Adq:	Fecha de Publicación del SAM: 21/07/2009	
RP Latitud (WGS84): 1°39'16.56" S	Ciudad / Población: Riobamba	
RP Longitud (WGS84): 78°40'45.12" W		

<i>INFORMACIÓN DE EQUIPOS:</i>				
SECTOR #	AZIMUT POR SECTOR	BANDA DE FRECUENCIA	ALTURA DE ANTENA (Parte de abajo)	TAMAÑO de la ANTENA (HxWxD)
1	40	850MHz	18m	2580 / 262 / 116 mm
2	160	850MHz	15m	2580 / 262 / 116 mm
3	270	850MHz	24m	2580 / 262 / 116 mm
Tipo de Elemento de Red: Flexi WCDMA Cluster Número: 1				

<i>COMENTARIOS / OBJETIVO DE COBERTURA:</i>
Objetivos de cobertura: Brindar cobertura a la zona urbana de la ciudad de Riobamba al sector de la ESPOCH, este Nodo cubre la Escuela Politécnica Nacional y los barrios Politécnica, Ciudadela Los Olivos 1 y Ciudadela Los Olivos 2.

<i>INFORMACIÓN DE CANDIDATO IDENTIFICADO</i>				
Dirección de Candidato sugerido	Foto	Latitud	Longitud	Altura
1. Sector de la ESPOCH, Cdla Los Olivos, calle Dr Camilo Ponce, Manzana E.	<input type="checkbox"/> SI	1°39'16.56" S	78°40'45.12" W	2818m
2.	<input type="checkbox"/>			
3.	<input type="checkbox"/>			
4.	<input type="checkbox"/>			

APROBACIÓN

Planificador: _____ Fecha: _____

Director: _____ Fecha: _____

CAPÍTULO 4

DISEÑO DE ESTACIONES BASE

CAPITULO 4

INTRODUCCIÓN

En este capítulo se seleccionarán las ubicaciones para los Nodos B y se determinará el área de cobertura de cada una de ellas, con sus respectivas especificaciones técnicas, con el objeto de asegurar una cobertura óptima en la ciudad de Riobamba.

4.1 DISEÑO DE ESTACIONES BASE

Una vez presentados los datos necesarios para realizar el diseño de cada una de las estaciones (ver Capítulo 3 y Anexo 1), procedemos a realizar los cálculos indispensables para el diseño de la red que ofrece la aplicación de video llamada.

El primer paso a realizarse es determinar cuál es el área de cobertura a la que queremos brindar el servicio, posteriormente se calculará el número de posibles usuarios UMTS que podrían existir en la ciudad de Riobamba, justificando así la implementación de esta aplicación en la ciudad.

Con los datos obtenidos realizamos los cálculos del enlace, para ello usamos los siguientes datos:

Tipo de Terreno (Cluster): Urbano

Tipo de Usuarios: Indoor, Outdoor, Incar

Tipo de Celdas: Macro Celdas

Tipo de Portadora: para definir el tipo de portadora a utilizar, primeramente se define el servicio que se quiere brindar, en este caso como se ha mencionado, queremos brindar el servicio de video llamada, la misma que tiene las siguientes especificaciones:

Aplicación: Video-llamada

Tipo de Tráfico: Conversacional

Tipo de Conexión: Conmutación de Circuitos (CS)

Tasa máxima en UL: 64 Kbps

Tasa máxima en DL: 64 Kbps

Cabe recalcar que la video llamada se produce en conmutación de circuitos, debido a que se utiliza el mismo canal de voz, pero optimizado, logrando de esta manera transmitir video.

Entonces según las especificaciones mencionadas, mostradas en la Tabla 3.5, la portadora que se va a utilizar es la UDI (Unrestricted Digital Information).

Todos estos datos fueron obtenidos del Capítulo 3 y utilizando las fórmulas que en este capítulo se mencionan se obtendrán los valores requeridos para ir desarrollando el diseño de la red.

NOTA

Las fórmulas que vamos a remplazar son las del enlace de subida (UL), ya que los cálculos se realizan para el caso más crítico, el mismo que es juzgado de acuerdo a las potencias que se manejan.

El enlace de subida (Uplink) es considerado el más crítico porque la potencia que maneja el UE, es mucho menor que la potencia que proporciona las antenas del Nodo B, obteniéndose de esta manera la menor cobertura de celda brindada desde el UE hasta el Nodo B.

4.1.1 Pérdida de Potencia Debido a la Velocidad de Transmisión

La pérdida de potencia considerada en el cálculo del enlace causada por la velocidad de transmisión de los datos, tiene una relación directamente proporcional al logaritmo de la tasa de bits transmitida, por lo tanto, la pérdida que se produce en nuestro caso se la encuentra mediante la siguiente fórmula:

$$L_{\text{tipo de información}} = 10 * \log(\text{tasa de bits}) \quad (\text{Ecuación 4.1})$$

Como se mencionó la video - llamada se produce a través del mismo canal de voz, pero optimizado, y la transmisión de voz se produce a 12.2 Kbps en el enlace de subida UL, lo que debemos tener en cuenta ya que la pérdida que se produce va a ser para el peor de los casos, entonces reemplazando la fórmula tenemos:

Para Voz

$$L_{\text{tipo de información}} = 10 * \log(12200)$$

$$L_{\text{tipo de información}} = 40.86 \text{ (dB)}$$

Para Video- Llamada

$$L_{\text{tipo de Información}} = 10 * \log(64000) \quad L_{\text{tipo de información}} = 48.06 \text{ (dB)}$$

Según los resultados obtenidos, la máxima pérdida se produce para video – llamada, entonces es esta la que vamos a utilizar porque es el caso más crítico, asegurando así la cobertura del servicio de voz.

4.1.2 Máxima Perdida del Enlace por Trayectoria (Pathloss)

Para encontrar este valor se reemplaza la **Ecuación 3.4**

$$L_{\text{max_UL}} = P_{UE} + G_{ANT,ue} - L_{feeder,UE} + G_{ant,NB} - L_{feeder,NB} - \text{Tipo de Información Densidad de Ruido Térmico} \\ - NF_{NB} - \frac{Eb}{No} - M_{Interference} + G_{HO} - \text{Incremento de la Potencia } Tx_{UL} - L_{body} - M_{de_sombra} - L_{penetración}$$

(Ecuación 3.4)

Los valores para reemplazar en esta ecuación se obtendrán de la Tabla 3.7 del Capítulo 3, y del archivo PDF que muestra las características de la antena que vamos a utilizar para ubicarlas en los sitios y de los cálculos que se tienen que realizar para algunos parámetros.

Reemplazando valores tenemos:

$$L_{\text{max}} = 21 \text{ dBm} + 2 \text{ dBi} - 0 \text{ dB} + 18.1 \text{ dBi} - 2 \text{ dBi} - 10 * \log(64000) - \\ 10 * \log(1.38 * 10^{-23} * 293^0\text{K} * 1000) - 3.5 \text{ dB} - 3.2 \text{ dB} - 10 * \log(1-50\%) + 5 \text{ dB} - 0.5 \text{ dB} - \\ 0 \text{ dB} - 8.6 \text{ dB} - 15 \text{ dB}$$

Entonces:

$$L_{\text{max}} = 142.18 \text{ dB}$$

Al tener el valor de la máxima pérdida del enlace (pathloss), entonces, como lo hemos mencionado, conocemos la máxima pérdida de la señal que existe en el camino desde el equipo móvil hasta el Nodo B, por lo tanto proseguimos a sacar la máxima distancia que puede existir entre el Equipo Móvil y el Nodo B.

4.1.3 Máxima Distancia entre el Equipo de Usuario y el Nodo B

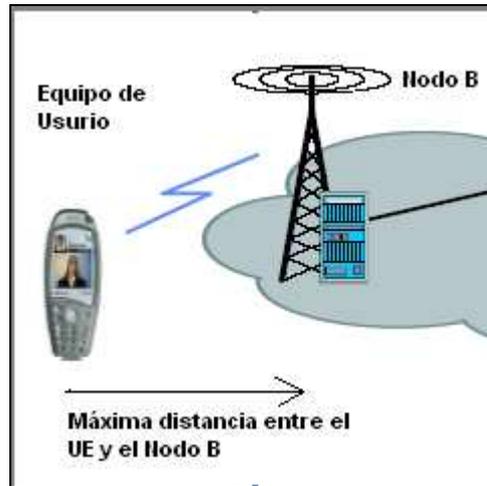


Figura 4.1 Máxima Distancia entre el Equipo de Usuario y el Nodo B

Para sacar la máxima distancia entre el UE y el Nodo B, es necesario tener en cuenta los valores de la frecuencia con la que se va a trabajar, la altura de la antena del nodo B, y la altura del móvil.

Entonces, la frecuencia con la que se está trabajando para brindar este servicio es de 850 MHz, la altura de la antena del móvil se asumirá un estándar de 1.5m, mientras que para conocer la altura de la antena del Nodo B, es necesario realizar las visitas al sitio, sin embargo, para obtener un valor aproximado vamos a asumir que el sitio tiene una altura de 30m.

También se debe tener en cuenta que vamos a utilizar el Modelo de Propagación de una Pendiente, que es un modelo estándar, ya con estos datos reemplazando valores de la Ecuación 3.9 obtendríamos la distancia buscada.

$$L_{parhloss} = 46.3 + (33.9 \log(f(MHz))) - (13.82 \log(h_{BS}(m))) - \alpha(h_{MS}(m)) + S_1 \log(d(Km)) + L(clutter)$$

$$S_1 = 44.9 - 6.55 \log\left(\frac{30m}{1m}\right) = 35.22$$

Ahora el factor de corrección para la altura de la antena de la estación móvil, calculado a través de la **Ecuación 3.10**, es el siguiente:

$$a(h_{MS})_{urbano} = 3.2 * (\log(11.75 * h_{MS})) - 4.97$$

$$a(1.5)_{urbano} = 3.2 * (\log(11.75 * 1.5)) - 4.97$$

$$a(1.5)_{urbano} = -0.98$$

Teniendo en cuenta que el valor para el tipo de cluster según la **Ecuación 3.13** es:

L(urbano) = 0; Entonces:

$$142.18dB = 46.3 + (33.9 \log(1900)) - (13.82 \log(30)) - a(1.5) + 35.22 \log(d(Km)) + 0$$

$$142.18 = 46.3 + 111.15 - 20.41 - (-0.98) + 35.22 \log(d(Km))$$

$$142.18 = 138.047 + 35.22 \log(d(Km))$$

$$4.13 = 35.22 \log(d(Km))$$

$$0.117 = \log(d(Km))$$

$$\frac{d}{Km} = 10^{0.117}$$

d = 1.31Km

Entonces la máxima distancia desde el Equipo de Usuario al Nodo B es de **1.31Km**

Así conocemos que Rmax es el rango de la celda, entonces

Rmax = 1.31 Km = d

Una vez conocido este valor puedo conocer el valor del área de la celda, al aplicar la **Ecuación 3.17**

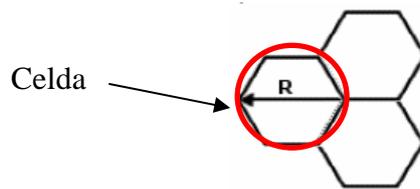


Figura 4.2 Área De La Celda (R=d=Rmax)

$$A_{celda} = \frac{3 * \sqrt{3}}{8} * (R \max)^2$$

$$A_{celda} = \frac{3 * \sqrt{3}}{8} * (1.31Km)^2$$

$$A_{celda} = 1.115Km^2$$

Así aplicando la *Ecuación 3.18*, puedo obtener la distancia que debe existir de sitio a sitio, conformado por tres sectores cada uno de ellos.

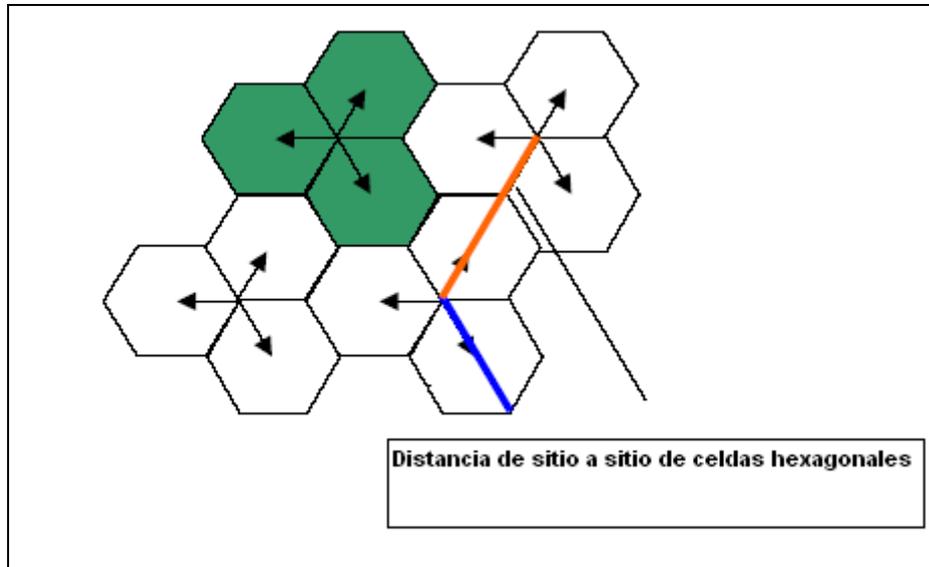


Figura 4.3 Distancia de Sitio a Sitio

$$D = 1.5 \cdot R_{max}$$

$$D = 1.5 \cdot 1.31 \text{Km}$$

$$D = 1.97 \text{Km}$$

4.1.4 Cálculo del Número de Sitios

El cálculo del número de sitios que se requieren para cubrir la zona deseada, se realiza con la ayuda de los resultados obtenidos de los cálculos en los ítems anteriores, mediante la aplicación de la *Ecuación 3.20*.

$$\text{Número de Nodos } B = \frac{A_{area}}{A_{celda} \cdot S}$$

En donde:

El A_{area} , la obtengo a través del cálculo del área de un polígono irregular de la siguiente manera:

$$A_{area} = S1 + S2$$

(Ecuación 4.1)

$$A_{area} = (b \cdot h1) / 2 + (d \cdot h2) / 2$$

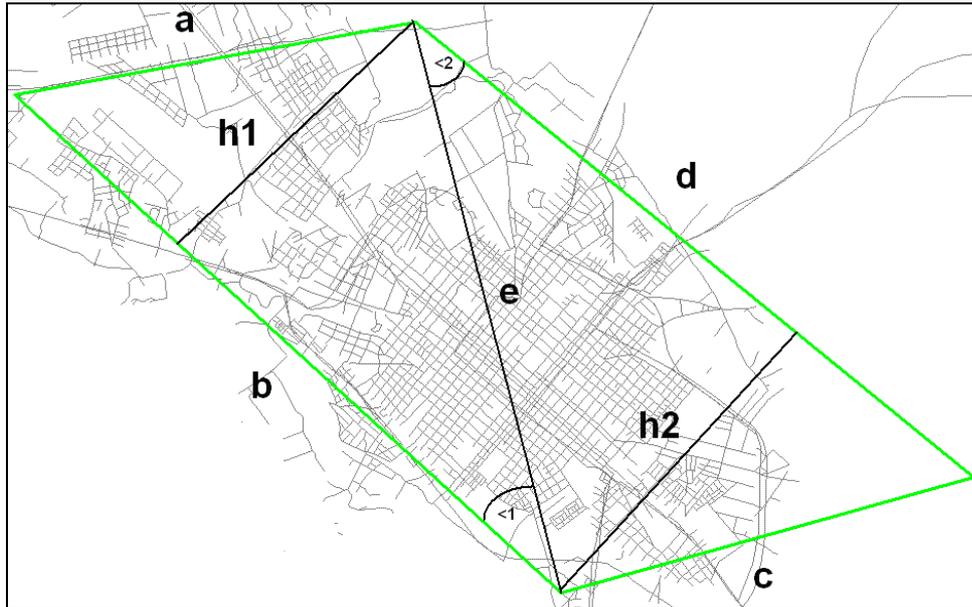


Figura 4.4 Superficie de la Zona Urbana

En donde:

$$a = 3.64 \text{ Km}$$

$$b = 6.67 \text{ Km}$$

$$c = 3.83 \text{ Km}$$

$$d = 6.50 \text{ Km}$$

$$e = 5.33 \text{ Km}$$

Teniendo estos valores es posible sacar el valor de las alturas (h1 y h2), mediante la ley de cosenos y las fórmulas de triángulos rectángulos; realizaremos el primer cálculo como ejemplo.

$$a^2 = b^2 + e^2 - 2 * a * e * \cos(\angle 1)$$

$$(3.64 \text{ Km})^2 = (6.67 \text{ Km})^2 + (5.33 \text{ Km})^2 - 2(6.67 \text{ Km})(5.33 \text{ Km}) * \cos(\angle 1)$$

$$- 59.648 \text{ Km}^2 = -71.102 \text{ Km}^2 * \cos(\angle 1)$$

$$\angle 1 = \cos^{-1} \left(\frac{- 59.648 \text{ Km}^2}{- 71.102 \text{ Km}^2} \right)$$

$$\angle 1 = 32.98^\circ$$

Entonces:

$$\text{sen}(\angle 1) = \frac{h1}{e}$$

$$h1 = e * \text{sen}(\angle 1) \quad h1 = 5.33 \text{ Km} * \text{sen}(32.98^\circ)$$

$$h1 = 2.9Km$$

$$h2 = 3.14Km$$

Ahora reemplazo los valores de la *Ecuación 4.1* para obtener el *Aarea* tenemos:

$$A\ area = (b*h1) / 2 + (d*h2) / 2$$

$$A\ area = (6.67Km*2.9Km) / 2 + (6.50Km*3.14Km) / 2$$

$$A\ area = 9.67\ Km^2 + 10.20\ Km^2$$

$$A\ area = 19.88\ Km^2$$

Con este resultado ya es posible sacar el número de Nodos B, que se necesita para cubrir el área urbana, por lo tanto ya es posible reemplazar la *Ecuación 3.20*.

$$\text{Número de Nodos B} = \frac{Aarea}{Acelda * S}$$

$$\text{Número de Nodos B} = \frac{19.88Km^2}{1.115Km^2 * 3}$$

$$\text{Numero de Nodos B} = 5.94 \approx 6 \text{ Nodos B.}$$

Sin embargo hay que considerar que Riobamba no es plano en su totalidad, tiene pequeñas elevaciones consideradas como accidentes geográficos, entonces en los resultados obtenidos se debe aplicar un factor de seguridad por relieve del 25%, así el número total de Nodos B, viene dado por:

$$\text{Número de nodos B} = 6 * 1.25$$

$$\text{Número de Nodos B} = 7.5 \approx 8 \text{ Nodos B}$$

Entonces para cubrir el área urbana de la ciudad de Riobamba necesito 8 Nodos B.

4.2 DIMENSIONAMIENTO DEL TRÁFICO

Como mencionamos en el capítulo 3 al realizar el dimensionamiento de tráfico vamos a verificar los supuestos con los que se hicieron los cálculos para conocer el área del sitio y el número de sitios que se necesitan; para esto se utiliza la demanda de tráfico por fase y por área y comprobar así que el número de sitios calculado es suficiente para cubrir la demanda de tráfico real.

4.2.1 Demanda de Tráfico por Fase

La red está creada con la capacidad de soportar incremento de sitios, según lo requiera la demanda de tráfico, para ello se requerirá realizar un recálculo con los datos de la red que ya se encuentra creada.

4.2.2 Demanda de Tráfico por Área

El área a la que estamos brindando cobertura tiene un solo grupo de terreno (cluster) que es urbano, y la demanda de tráfico se asume que es homogénea, considerando que los usuarios no están concentrados en un solo sector del área, como en un centro comercial, una plaza, etc.

Una vez conocidas estas características vamos a calcular la demanda de tráfico según la herramienta proporcionada por Nokia Siemens, en la que debemos seguir el siguiente proceso:

1.- Introducimos los datos de entrada en la matriz que brinda la herramienta como son:

- Número de fase del diseño, en nuestro caso es la primera fase
- El nombre del área al que vamos a brindar servicio, en este caso es a la parte urbana de la ciudad de Riobamba.

2.- Ingresamos los requerimientos de cobertura:

- Name of fase.- se refiere al nombre de la fase en la que vamos a trabajar.
- Surface of Area (sqkm).- se refiere al área en Kilómetros cuadrados de la superficie a la que queremos brindar cobertura.
- Required Coverage (%).- se refiere al requerimiento de cobertura que se necesita para el área en estudio, para nuestro diseño requerimos el 100% de cobertura.
- Area Location Probability (%).- se refiere a la probabilidad de que el equipo se encuentre dentro del área de la celda servidora, para diseño este valor se asume como 96%

3.- Ingresamos los datos del área de cobertura del sitio.

- **Macro UTRA FDD/UL (sqkm).**- se refiere al área al que vamos a brindar cobertura con macro celdas en el enlace de subida (uplink).
- **Macro UTRA FDD/DL (sqkm).**- se refiere al área al que vamos a brindar cobertura con macro celdas en el enlace de bajada (downlink).
- **Cell Load/UL (%).**- se refiere a la carga que tiene la celda permanentemente en el enlace de subida (uplink), para diseño se asume que es del 50%.
- **Cell Load/DL (%).**- se refiere a la carga que tiene la celda permanentemente en el enlace de bajada (downlink), para diseño se asume que es del 50%.
- **Max Pathloss/UL (dB).**- se refiere a la máxima pérdida de señal que se produce desde la antena del UE hasta la antena del Nodo B.
- **Max Pathloss/DL (dB).**- se refiere a la máxima pérdida de señal que se produce desde la antena del Nodo B hasta la antena del UE.
- **Intercep Point (dB).**- se refiere al término independiente de la fórmula de la máxima pérdida de señal permitida para el peor caso que es el del enlace de subida (uplink).
- **Slope (dB/Dec).**- de la fórmula de máximo pérdida de señal permitida (pathloss), se refiere a la pendiente, que actúa como factor de establecimiento de la distancia desde el Nodo B al móvil.

4.- Asignación de las portadoras disponibles por capa de red.

Para nuestro diseño vamos a utilizar 1 portadora para Macro UTRA/FDD

Una vez ingresados estos datos tenemos la matriz completa para proseguir con el cálculo, como se muestra en la figura 4.5

Figura 4.5 Datos de Entrada en la Matriz de Nokia Siemens para Calcular la Demanda de Trafico

La Figura 4.2 nos permite ingresar los datos que ya han sido detallados en el numeral 1, 2, 3 y 4 de tal modo que al ingresar estos datos, los mismos queden guardados en una matriz para finalmente calcular el número de sitios que se requieren para brindar cobertura a la superficie mostrada, bajo las condiciones de los datos de entrada.

5. Ahora calculamos la capacidad del polo, el mismo que se refiere a la máxima capacidad que tiene un sitio, para soportar el tráfico por usuario, para ello ingresamos los siguientes datos:

Layer.- Es la capa que nos muestra el tipo de celda en el que estamos diseñando, en nuestro caso Macro Celdas.

Bearer.- Es la portadora del servicio que vamos a brindar.

Phase.- Nos muestra la fase en la que nos encontramos en la planeación, para diseño siempre va a ser la primera fase.

Number of changing values.- representa el número de servicios que queremos brindar, en este caso queremos brindar video-llamada, pero para ello también lo calculamos con servicio de voz debido a que en la video-llamada también ocupamos este servicio.

Una vez ingresado el número de servicios, entonces obtenemos el tamaño de la matriz, en la que ingresamos los siguientes datos:

Spectrum Efficiency UL, Spectrum Efficiency DL.- la eficiencia del espectro tanto en el enlace de subida como de bajada son datos que calculados a través de herramientas de simulación, cuyos valores son diferentes para cada servicio que se quiera brindar, los valores para nuestro diseño fueron tomados de la tabla 4.1.

[9]

Tabla 4.1 Eficiencia Del Espectro Para Los Diferentes Servicios

Pole Capacity per Carrier		Sp eff UL	Sp eff DL
Voice	3 sector site	90.3	90.3
Video	3 sector site	321.2	149.7
PS 64	3 sector site	375.5	253.8

Number of Sectors.- como se mencionó en el cálculo del diseño vamos a utilizar sitios con 3 sectores cada uno, por lo tanto el valor a ingresar es 3.

Blocking (%).- el sistema de simulación para bloqueo normalmente toma el 2% para los servicios de conmutación de circuitos, para los servicios de conmutación de paquetes, se asume un bloqueo del 0%.

Signaling Overhead UL / DL(%).- se refiere a la señalización general, estos son parámetros que para diseño son considerados en 0%.

REFERENCIA

[9] HERRAMIENTA DE SIMULACIÓN DE NOKIA SIEMENS NETWORK

Other Gain DL.- Se refiere a la ganancia extra que se podría presentar en el enlace de bajada, por lo general en el equipo de usuario existe un amplificador para recibir la señal y recuperar potencia, por lo que para diseño este valor es seteado como 1.

Lo explicado aplicamos también para el servicio de voz y procedemos a calcular la capacidad del polo, obteniendo los resultados que mostramos en la Figura 4.6.

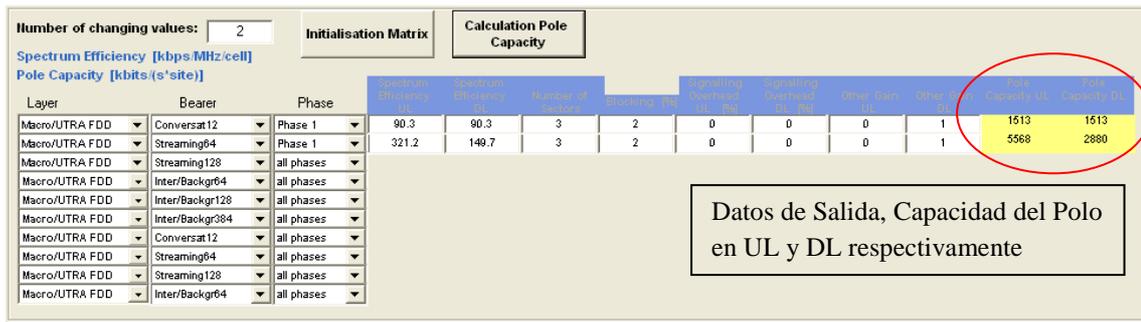


Figura 4.6 Calculo de la Capacidad del Polo

Pole Capacity UL → 5568 (Kbits/(s'site))

Pole Capacity DL → 2880 (Kbits/(s'site))

La Figura 4.3 ingresa datos como la Eficiencia del Espectro tanto para el enlace de subida como para el enlace de bajada, que son valores obtenidos de la tabla 4.1, el número de sectores que va a poseer cada sitio, el porcentaje de bloqueo, y otras ganancias en el enlace de bajada, cuyos valores ya fueron detallados, obteniendo como resultado la Capacidad del Polo tanto para el Enlace de subida (UL) como para el enlace de bajada (DL).

Las unidades de este parámetro quieren decir por ejemplo que la Capacidad del Polo para el enlace de subida es de 5568 Kbits por segundo por sitio, es decir que la velocidad a la que viaja la información en el enlace de subida de cada sitio es de 5568 Kbits por segundo.

El siguiente paso a seguir es calcular la demanda de tráfico; el servicio que queremos brindar utiliza conmutación de circuitos y los parámetros relevantes para el cálculo de la demanda de tráfico son:

- Velocidad de Información (Kbit/s)
- Intentos de llamada en hora pico (BHCA)

- Duración de la llamada (s)
- Actividad del canal (Voz)

6. Posteriormente calculamos la demanda de tráfico o tráfico ofrecido que está dada por la *Ecuación 4.1*

Demanda de tráfico = número de suscriptores * BHCA * duración de la llamada * Velocidad de Información * Actividad del canal (en Kbits) *(Ecuación 4.1)*

Para realizar el cálculo de la *Ecuación 4.1* se necesitan los valores que se van a mostrar en la Tabla 4.2, ya que son valores que se asumen para diseño.

[10]

Tabla 4.2 Datos para el Cálculo de la Demanda de Tráfico para el Enlace de Subida (Uplink) y para el Enlace de Bajada (Downlink)

Servicio	Clase QoS	BHCA	Duración de la llamada (s)	Velocidad de Información en UL (Kbps)	Velocidad de Información DL(Kbps)	Actividad del canal(Kbits)
Voz	Coversacional	0.6	120	12.2	12.2	0.5 o 1
Video Conferencia	Coversacional	0.03	90	64	64	1
Música en Demanda	Streaming	0.02	120	16	64	1
E-Mail	Interactivo /Background	0.1	300	64	64	0.25
Multimedia de calidad media	Interactivo /Background	0.03	600	64	128	0.25
Multimedia de calidad alta	Interactivo /Background	0.01	300	64	384	0.2

Número de suscriptores.- Se refiere al número de posibles usuarios de esta tecnología, en nuestro caso son **22569** suscriptores, puesto la población que presentamos es 100% urbana.

BHCA (Busy Hour Call Attempts).- Se refiere al número de intentos de llamada que se producen en la hora pico (hora de mayor tráfico del servicio).

REFERENCIA

[10] Documento de Nokia-Siemens Basic PMNO UMR3 Traffic Model and Planning Aspects

Duración de la llamada.- Se refiere al promedio de cuánto dura la llamada una vez que esta ha sido establecida.

Velocidad de la Información.- Se refiere a la tasa de velocidad con la que se ofrece el servicio.

Actividad de Canal.- este valor tiene correspondencia con el throughput del enlace, el throughput del enlace se refiere a que la velocidad efectiva de transmisión no siempre es constante en algunos canales de comunicación a la velocidad de datos del mismo.

Entonces reemplazando valores de la Ecuación 4.1 tenemos:

Demanda de tráfico = 22569 * 0.03 llamadas* 90 segundos* 64Kbps * 1

Demanda de tráfico = 3'899.923 Kbits

Una vez obtenido este dato, lo ingresamos en la herramienta de cálculo.

Como mencionamos anteriormente para brindar este servicio, también debemos brindar el servicio de voz, entonces realizando el cálculo de la *Ecuación 4.1* para voz tenemos:

Demanda de tráfico voz UL= 19'824.610 Kbits

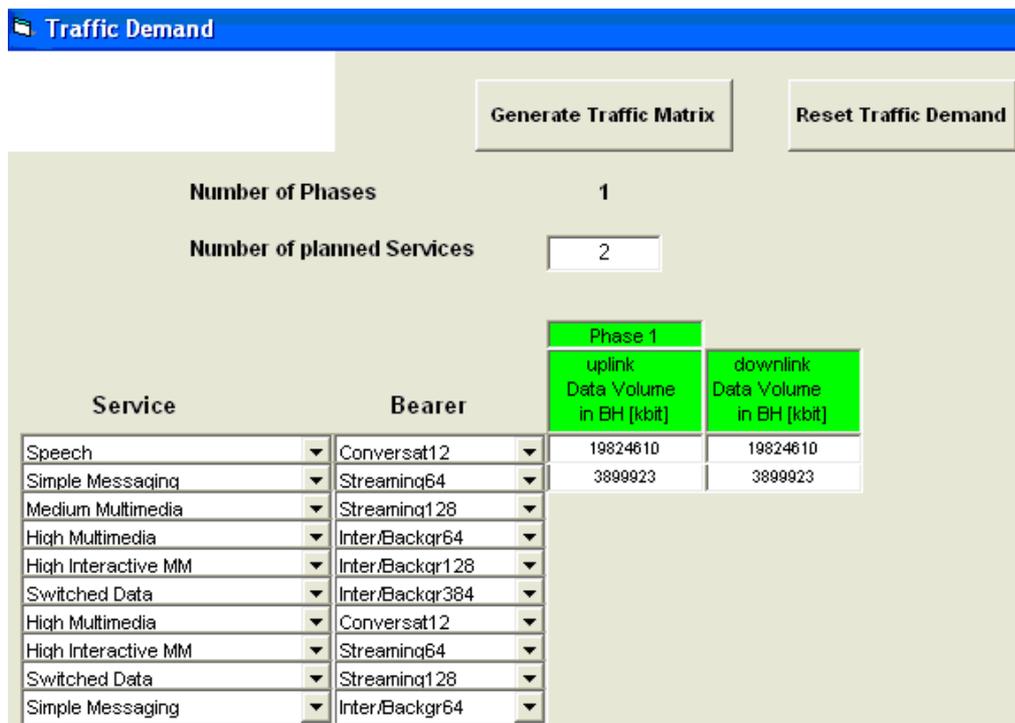


Figura 4.7 Cálculo de la Demanda de Tráfico

La Figura 4.7 nos presenta una matriz en la que debemos ingresar los valores de demanda de tráfico tanto para el enlace de subida (uplink) como para el enlace de bajada (downlink) de los servicios que queremos brindar, entonces seguimos al siguiente paso:

- Ahora con el resultado de los datos antes ingresados, vamos a escoger el porcentaje de bloqueo, el mismo que se va asumir un valor del 2%, debido a que para diseño en conmutación de circuitos siempre se asume una probabilidad de bloqueo del 2%, acotando que en conmutación de paquetes para diseño se asume un bloqueo del 0%.

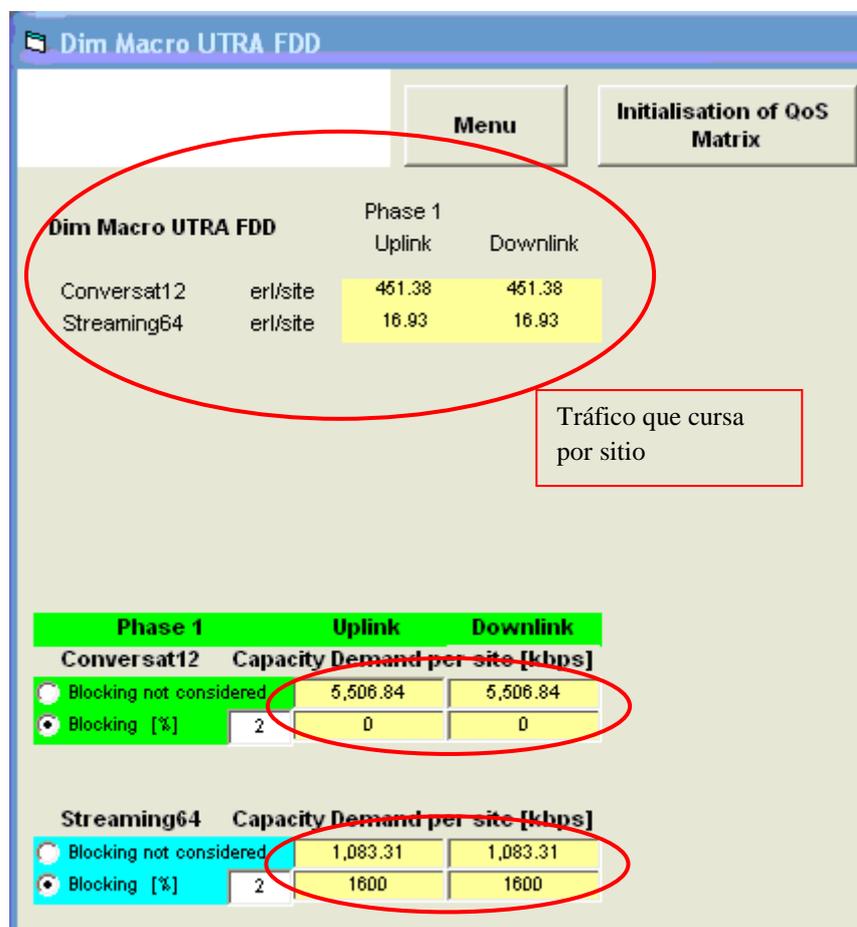


Figura 4.8 Elección del Porcentaje de Bloqueo para cada Servicio

La Figura 4.8 muestra como resultado el tráfico que cursa por sitio tanto para el enlace de subida como para el enlace de bajada, para el servicio de voz y para el servicio de video-llamada,

Así mismo nos arroja valores de los resultados de la Capacidad de la Demanda por Sitio.

8. Con los datos obtenidos en el numeral 7, realizamos el análisis del cálculo de la red, en el que tendremos como resultado el número de sitios suficientes para abastecer la demanda de tráfico.

Network Layout: Phase 1			
Coverage:	Area Size [sqkm]		19.88
	Number of Sites:		1
Capacity Demand per site: 3 cases			
1. Sum of indiv. capacity demand as selected			
	[kbps]	[%]	[carrier]
Uplink	1,600.00	28.7	1
Downlink	1,600.00	55.6	2

Figura 4.9 Resultado del Cálculo

La Figura 4.9 nos muestra los resultados obtenidos del diseño mediante la herramienta de cálculo que ocupa Nokia Siemens, la cual nos arroja el número de sitios necesarios para cubrir con las necesidades de capacidad de tráfico que requiere el servicio según el número de usuarios, en este caso para abastecer la capacidad de tráfico de la zona urbana de la ciudad de Riobamba se necesita un sitio con una portadora para el enlace de subida (UL) y con 2 portadoras para el enlace de bajada (DL).

Frente a este caso tenemos 2 posibilidades:

- 1.- Utilizamos las 2 portadoras para el enlace de bajada; y
- 2.- Incrementamos un sitio para obtener mayor capacidad y así utilizar una sola portadora.

Entonces, haciendo un resumen tenemos que necesitamos 8 sitios para cubrir los requerimientos de cobertura y 1 sitio para cubrir los requerimientos de capacidad, y para capacidad necesitaremos 2 portadoras para el enlace de bajada (downlink), entonces; el número de sitios que debemos implementar son 8, ya que en un diseño siempre se escoge el caso más crítico, y así cumplimos también con los requerimientos de capacidad utilizando una sola portadora.

Una vez obtenido el número de sitios se procederá a buscar el lugar en que van a ser ubicados estos sitios, siguiendo el siguiente proceso:

4.3 Ubicación Teórica y Práctica de los Nodos B

1.- Realizar el mapa de celdas, con las dimensiones obtenidas en el diseño, como se muestra en la Figura 4.10.

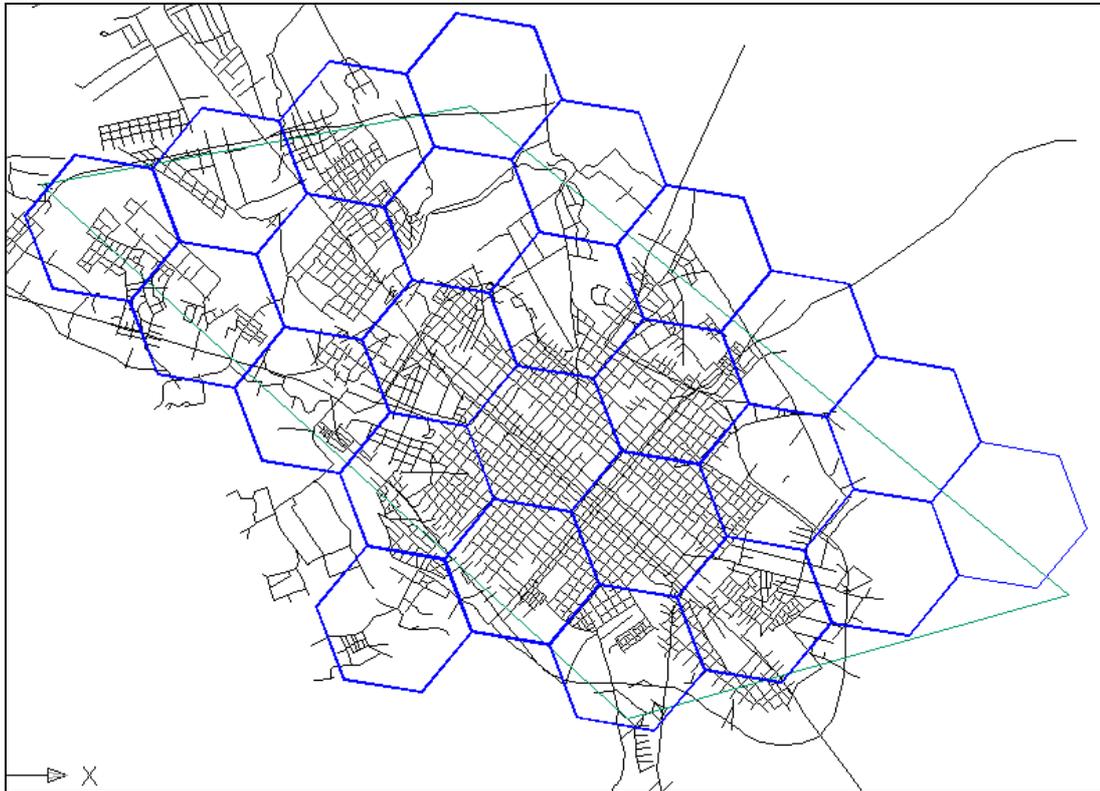


Figura 4.10 Mapa de Celdas

2.- Ubicar las estaciones correspondientes en los puntos que cumplan las características del diseño, como se muestra en la Figura 4.11.

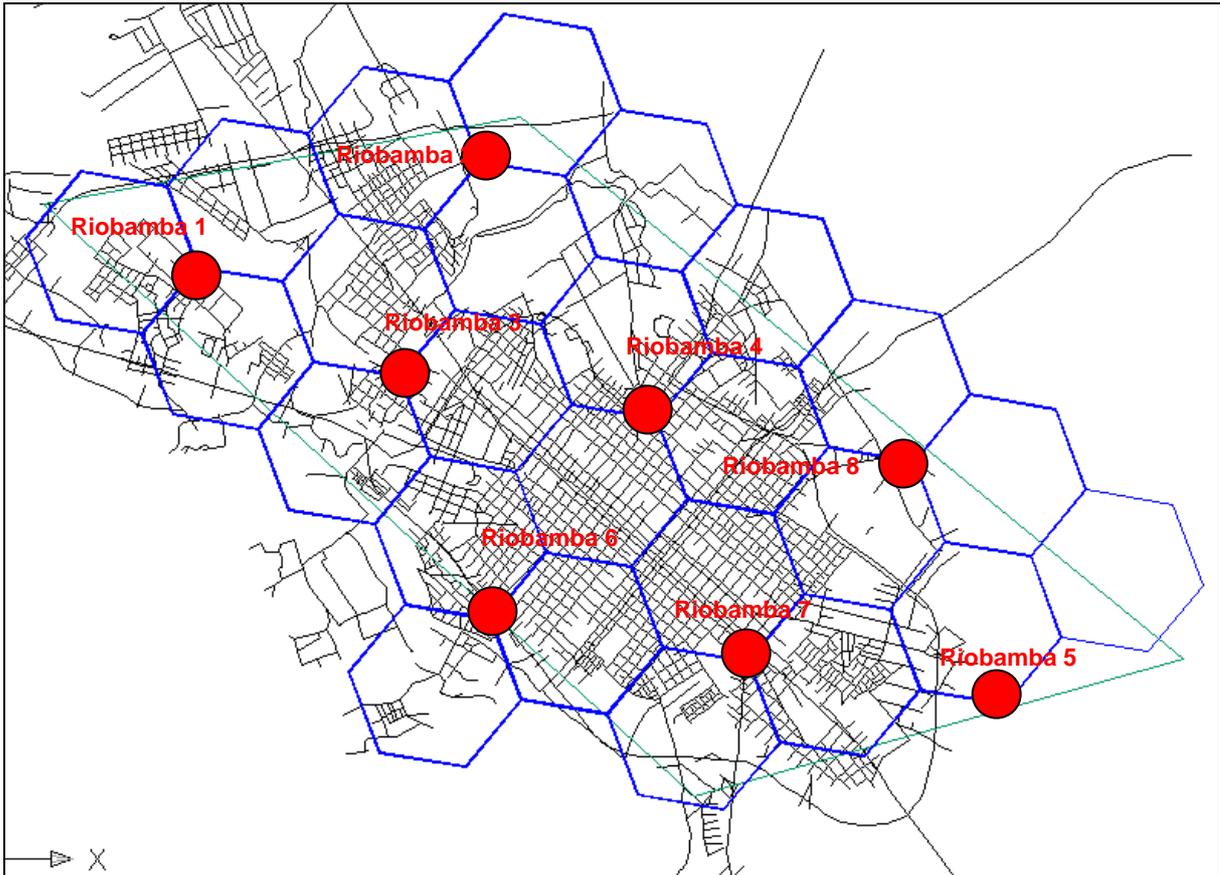


Figura 4.11 Ubicación Teórica de las Estaciones

3.- Verificar los datos obtenidos yendo al sitio y comprobar que cada estación puede ser ubicada en el punto establecido por la herramienta, además comprobar el cumplimiento de los objetivos de cobertura de cada estación.

Al ejecutar este paso observamos que el Nodo B Riobamba 5 no puede ser ubicada en la coordenada establecida puesto que su punto cae en un lugar deshabitado y la capacidad de esta estación sería desperdiciada, por lo tanto la estación es ubicada varios metros hacia el Nor-Oeste ayudando a cubrir la zona más densa de la ciudad. El Nodo B Riobamba 8 es trasladado unos metros hacia el Sur-Este para equilibrar el movimiento que se realizó con el Nodo B 5, y de esta forma, toda la zona queda cubierta.

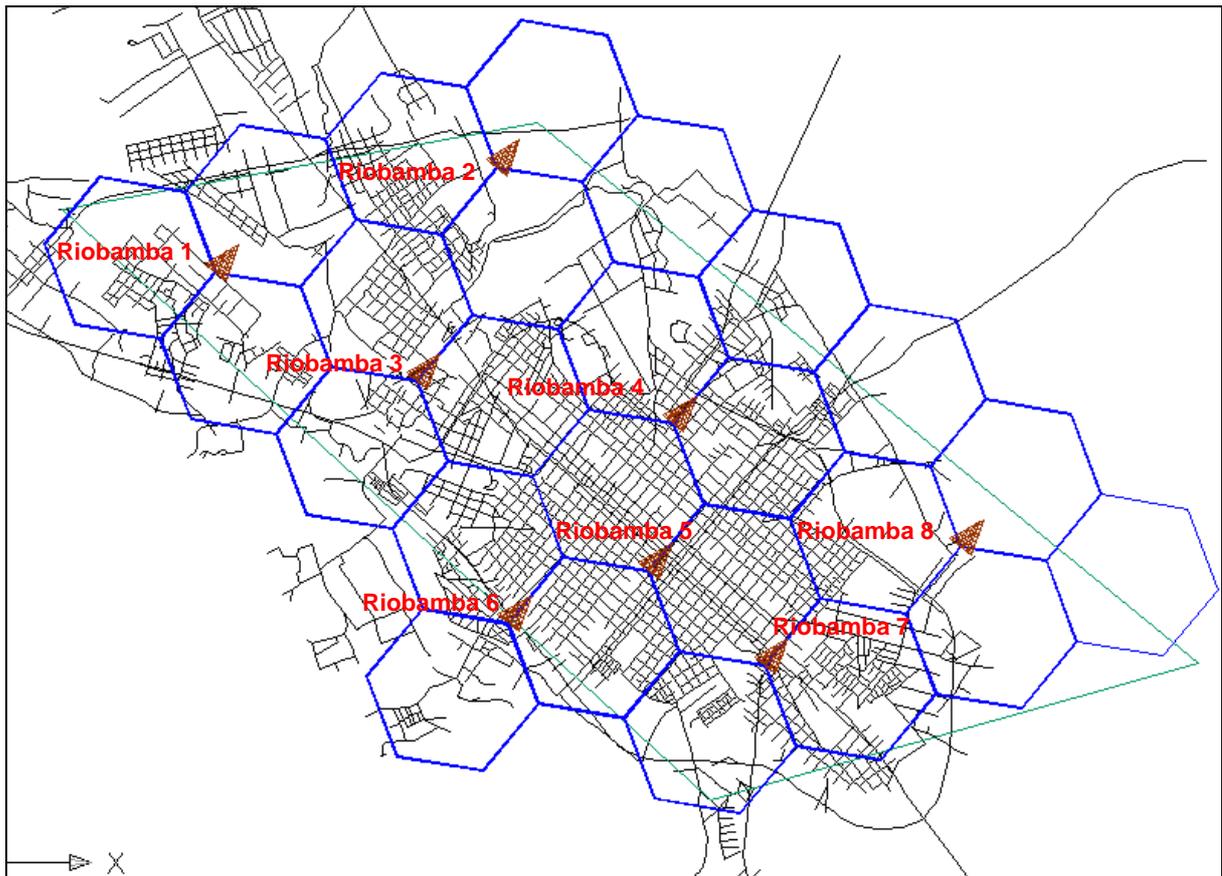


Figura 4.12 Ubicación Práctica de las Estaciones

4.- Una vez validados los datos obtenidos, mediante sus coordenadas transportar los Nodos B a la herramienta Wizard.

5.- Utilizar la herramienta Wizard para obtener la predicción de cobertura de cada uno de los Nodos B que se implementarán, que son las predicciones mostradas en los informes SAM del Capítulo 3.

Entonces los resultados obtenidos son los siguientes:

Tabla 4.3 Ubicación y Configuración de cada Estación

Transmisor Datos: WGS 1984											
Nombre Estación	Sector	Tipo de Antena	Tilt Eléctrico	Tilt Mecánico	TX Azimut	TX Lat_Decimal	TX Lon_Decimal	Altura	TX Switch_ID	TX Tecnología	TX Frecuencia
Riobamba_1	1	739686	0	8	40	1.6546 S	78.6792 W	18	30001	UMTS_FDD	850 BAND
Riobamba_1	2	739686	0	8	160	1.6546 S	78.6792 W	15	31001	UMTS_FDD	850 BAND
Riobamba_1	3	739686	0	6	270	1.6546 S	78.6792 W	24	32001	UMTS_FDD	850 BAND
Riobamba_2	1	739686	0	2	40	1.64641111 S	78.6648 W	24	30002	UMTS_FDD	850 BAND
Riobamba_2	2	739686	0	8	140	1.64641111 S	78.6648 W	22	31002	UMTS_FDD	850 BAND
Riobamba_2	3	739686	0	10	290	1.64641111 S	78.6648 W	20	32002	UMTS_FDD	850 BAND
Riobamba_3	1	739686	0	9	30	1.662 S	78.6656 W	24	30003	UMTS_FDD	850 BAND
Riobamba_3	2	739686	4	0	135	1.662 S	78.6656 W	24	31003	UMTS_FDD	850 BAND
Riobamba_3	3	739686	0	9	280	1.662 S	78.6656 W	16	32003	UMTS_FDD	850 BAND
Riobamba_4	1	739686	0	8	350	1.6649 S	78.6481 W	24	30004	UMTS_FDD	850 BAND
Riobamba_4	2	739686	5	0	130	1.6649 S	78.6481 W	24	31004	UMTS_FDD	850 BAND
Riobamba_4	3	739686	3	0	240	1.6649 S	78.6481 W	27	32004	UMTS_FDD	850 BAND
Riobamba_5	1	739686	5	0	330	1.675 S	78.6498 W	30	30005	UMTS_FDD	850 BAND
Riobamba_5	2	739686	7	0	100	1.675 S	78.6498 W	30	31005	UMTS_FDD	850 BAND
Riobamba_5	3	739686	7	0	200	1.675 S	78.6498 W	30	32005	UMTS_FDD	850 BAND

Riobamba_6	1	739686	5	0	10	1.6786 S	78.6593 W	24	30006	UMTS_FDD	850 BAND
Riobamba_6	2	739686	5	0	95	1.6786 S	78.6593 W	24	31006	UMTS_FDD	850 BAND
Riobamba_6	3	739686	6	2	220	1.6786 S	78.6593 W	24	32006	UMTS_FDD	850 BAND
Riobamba_7	1	739686	3	1	330	1.6815 S	78.6419 W	24	30007	UMTS_FDD	850 BAND
Riobamba_7	2	739686	7	1	115	1.6815 S	78.6419 W	24	31007	UMTS_FDD	850 BAND
Riobamba_7	3	739686	7	1	220	1.6815 S	78.6419 W	24	32007	UMTS_FDD	850 BAND
Riobamba_8	1	739686	3	1	40	1.67236111 S	78.6419667 W	24	30008	UMTS_FDD	850 BAND
Riobamba_8	2	739686	5	0	160	1.67236111 S	78.6419667 W	24	31008	UMTS_FDD	850 BAND
Riobamba_8	3	739686	4	0	270	1.67236111 S	78.6419667 W	24	32008	UMTS_FDD	850 BAND

Al transportar los datos de la tabla 4.3, a la herramienta Wizard, la cobertura 3G ofrecida a la zona urbana de la ciudad de Riobamba se muestra en la predicción de la Figura 4.13.

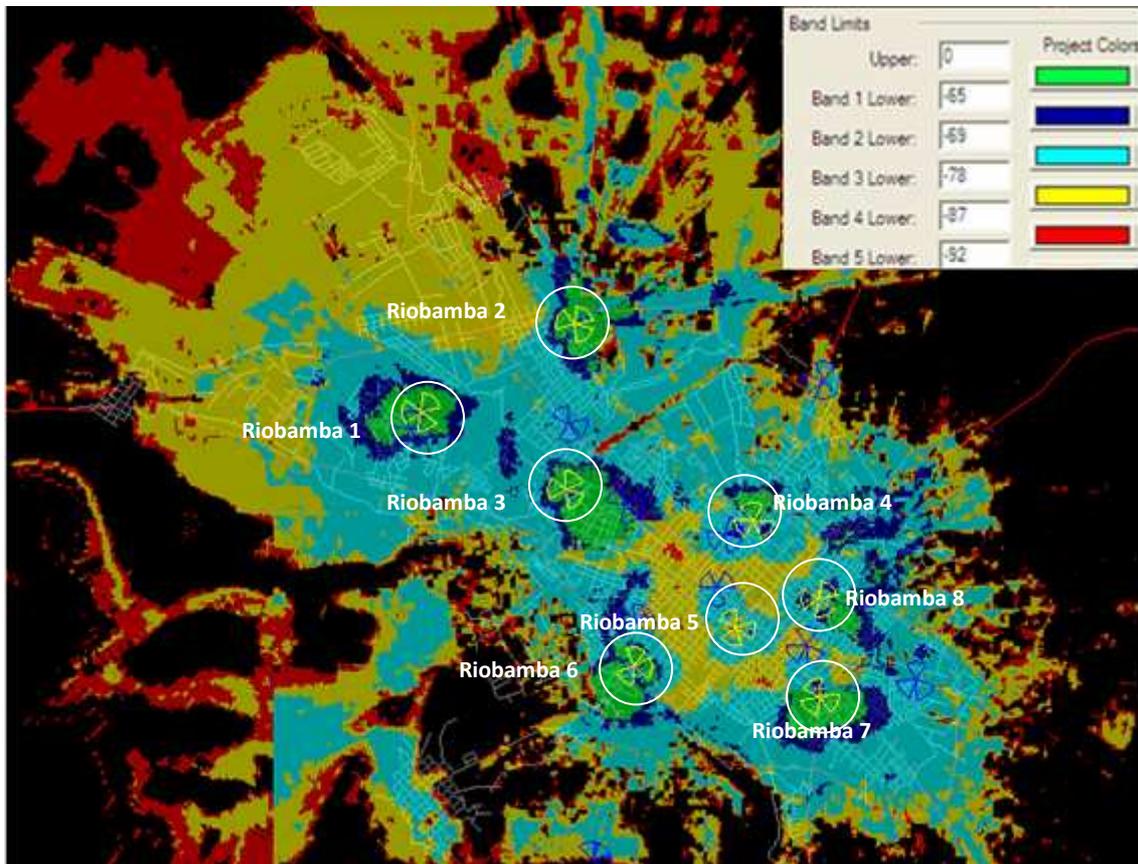


Figura 4.13 Cobertura 3G Ofrecida a la Ciudad de Riobamba

CAPÍTULO 5

TOPOLOGÍA DE LA RED A UTILIZAR

CAPÍTULO 5

INTRODUCCIÓN

En este capítulo se presentará un diagrama de la red a implementarse

5.1 TOPOLOGÍA DE LA RED A UTILIZAR

Una vez realizada la planificación y el diseño de una red 3G para la zona urbana de la ciudad de Riobamba, se obtiene un gráfico real de la topología de la red a utilizarse, el mismo que se muestra en el plano adjunto.

5.2 DESCRIPCIÓN DE LA TOPOLOGÍA DE LA RED

Equipo de Usuario (UE).- se refiere a los teléfonos móviles que forman parte de nuestra vida diaria, los encontramos en diferentes tamaños y formas, actualmente la vida de la batería es mucho mas larga que hace unos pocos años atrás.

El equipo de usuario en UMTS consta de 2 partes: El Terminal de Usuario (UT) y la USIM (Universal Subscriber Identity Module).

RED UTRAN

RNC.- Radio Network Controller, es el controlador de la red de radio, es el encargado de manejar a la red UTRAN, responsable del control de los recursos de radio, como son los handovers, control de carga, gestión de movilidad, etc y del manejo de los Nodos B que estén conectados a ella.

Nodo B.- cumple la misma tarea que una BTS en una red GSM; es decir, es una pieza del equipo que facilita la comunicación inalámbrica entre el equipo de usuario y la red.

INTERFACES

Las conexiones lógicas entre los elementos de red son conocidas como interfaces, entonces las interfaces que unen la red UMTS son:

- Uu → interfaz que conecta el UE con el Nodo B.
- IuCS → interfaz que conecta el RNC con el MSC.
- IuPs → interfaz que conecta el RNC con el 3G - SGSN.
- Iur → interfaz que conecta RNCs entre sí; y
- Iub → interfaz que conecta el RNC con el Nodo B, también puede conectar el RNC a la BTS

RED CENTRAL

Es el núcleo de la red de telecomunicaciones, ofrece varios servicios a los clientes que están conectados por la red de acceso.

Funciones

La red central es responsable de cumplir las siguientes funciones:

- Agregación
- Autenticación
- Control de llamadas
- Gateways

MSC (Mobile Switching Centre)

Es el centro de conmutación móvil, responsable de las llamadas de voz, sms, llamadas de conferencia, fax y datos por conmutación de circuitos.

Hace las conexiones entre estaciones móviles y usuarios fijos de la PSTN.

Conecta las llamadas entre estaciones móviles.

Ajusta la potencia transmitida de los móviles (control de potencia).

Maneja lo relacionado a facturación.

3G - SGSN (3RD Generation-Serving GPRS Support Node)

Es responsable de la entrega de paquetes de datos desde y hacia las estaciones de telefonía móvil dentro de su área de servicio geográfico.

Las funciones básicas de 3G-SGSN son las siguientes:

- Autenticación y manejo de movilidad.
- Enrutamiento de datos al nodo de soporte GGSN, cuando se requiere una conexión externa.
- Generación de la carga de datos y estadísticas de tráfico.
- 3G-SGSN es construida sobre la plataforma IP de Nokia.
- El protocolo usado entre SGSN y RNC está construido sobre la tecnología ATM.
- Procesamiento y enrutamiento de paquetes.
- El hardware de 3G-SGSN se compone de un bloque de gestión que cumple las siguientes funciones:
 - Tunel
 - Movilidad y manejo de sesión
 - Interface SS7
 - Operación y Mantenimiento

VLR (Visitor Location Register)

Es una base de datos que almacena información sobre todos los móviles que actualmente están bajo la jurisdicción de la MSC (Mobile Switching Center) que sirve.

De toda la información de los móviles que almacena, la más importante es la LAI (Area de Localización de Identidad), ya que con esta información la BSC (Base Station Controller) identifica que miembros se encuentran activos, y esta información es vital para el establecimiento de la llamada.

CAPÍTULO 6

RESULTADOS Y SIMULACIONES DE PROPAGACIÓN

CAPÍTULO 6

INTRODUCCIÓN

En este capítulo se presentarán los resultados obtenidos y se realizarán las simulaciones respectivas con la herramienta de predicción Wizard.

6.1 RESULTADOS Y SIMULACIONES DE PROPAGACIÓN

Una vez realizado el diseño hemos obtenido los siguientes resultados:

- Tipo de Terreno (Cluster): Urbano
- Tipo de Usuarios: Indoor, Outdoor, Incar
- Tipo de Celdas: Macro Celdas
- Aplicación: Video-llamada
- Tipo de Tráfico: Conversacional
- Tipo de Conexión: Conmutación de Circuitos (CS)
- Tasa máxima en UL: 64 Kbps
- Tasa máxima en DL: 64 Kbps
- Tipo de portadora: UDI (Unrestricted Digital Information)

Con esta información fue posible conocer cuántos Nodos B se requerirán para brindar cobertura 3G a la zona urbana de la ciudad de Riobamba; además se pudieron conocer otros datos como:

- Máxima distancia entre el Equipo de Usuario y el Nodo B: 1.31 Km
- Distancia de Nodo a Nodo: 1.97 Km
- Número de Nodos B requeridos: 8

Al conocer la cantidad de Nodos B requeridos se procede a ubicar cada uno de estos nodos en lugares estratégicos y con configuraciones físicas definidas

según el ambiente en el que se encuentren, las ubicaciones se muestran en la Figura 4.9 y Tabla 4.3 del Capítulo 4.

6.2 PRECEDIMIENTO PARA OBTENER LA COBERTURA BRINDADA POR CADA NODO B

Para conocer la cobertura que brinda cada Nodo B, en la herramienta Wizard se debe seguir el siguiente procedimiento:

1. Ingresar al Software Wizard presionando doble click sobre el ícono correspondiente.
2. Como resultado se despliega un cuadro en el que generalmente se encuentran gráficas que se han ejecutado con anterioridad como se muestra en la Figura 6.1

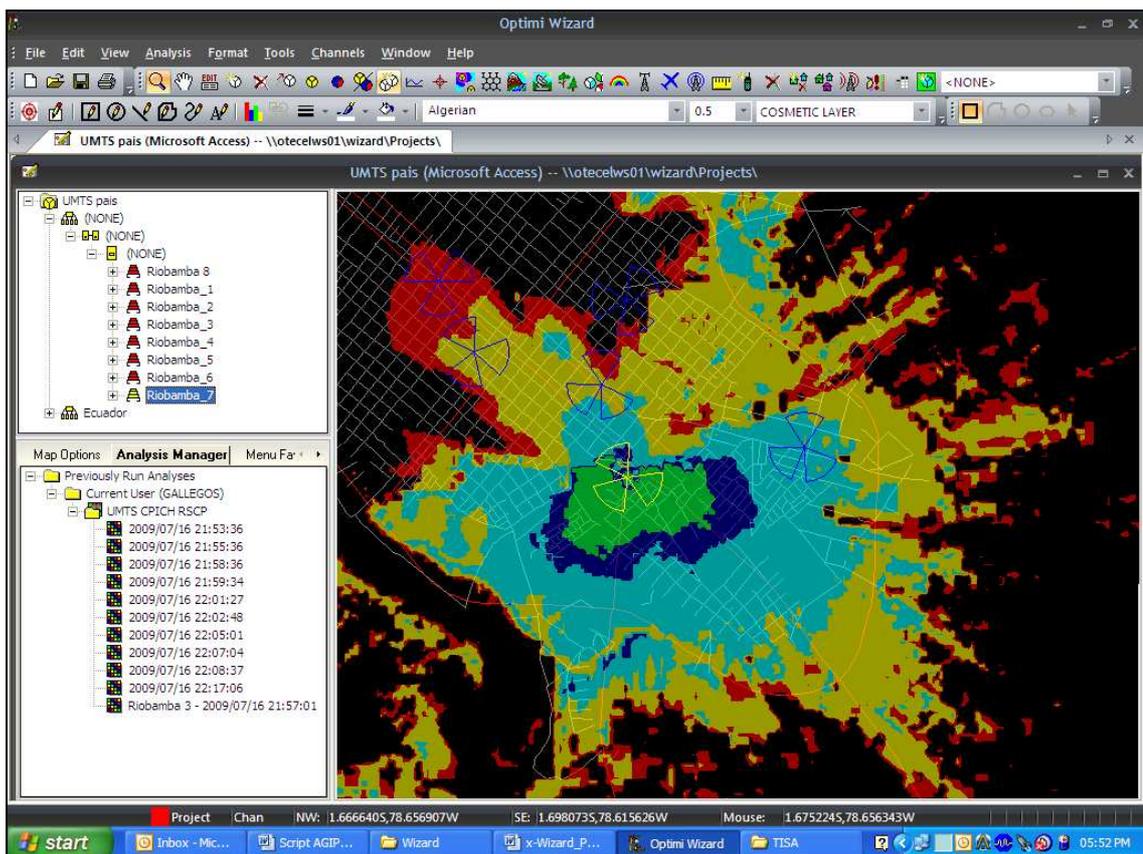


Figura 6.1

3. En este archivo se encuentran las radio bases que han sido introducidas en otros diseños, para proseguir con la obtención de resultados de

nuestro diseño se apagan todas las radio bases al presionar el ícono que se muestra en la figura 6.2.



Figura 6.2

4. Posteriormente se copia una de las radio bases con el ícono que se muestra en la Figura 6.3, con la finalidad de a este sitio ubicarle los datos que corresponden a los obtenidos en nuestro diseño.



Figura 6.3

5. Se enciende el sitio que se ha copiado con el ícono que se muestra en la Figura 6.4. Al encender este sitio lo que ocurre es que al momento de ejecutar la predicción, el software únicamente toma en cuenta la información del sitio que se ha encendido.



Figura 6.4

6. Ingresamos los datos correspondientes al Nodo B, llenando las tablas que se muestran en las Figuras 6.5; 6.6; 6.7; 6.8; 6.9 y 6.10. Como ejemplo vamos a ingresar los datos del Nodo B Riobamba 1, teniendo en cuenta que este mismo proceso se debe seguir para el resto de Nodos.

The screenshot shows the configuration window for 'Riobamba_1' Node B Data. The 'Basic Data' tab is selected, and the 'Antenna' tab is also visible. The 'Basic Data' fields are: Name: Riobamba_1, ID: RIO_1, Num: 1, Elev: 2818, Use 2818: checked, State: Active and Visible checked. The 'Antenna' tab shows a table of antenna parameters for three transmitters (TX 1, TX 2, TX 3).

Field	TX 1 (ID: 1/0/SV)	TX 2 (ID: 2/0/SV)	TX 3 (ID: 3/0/SV)
Antenna Model	739686_0824_0	739686_0824_0	739686_0824_0
Frequency Band	ALL BANDS	ALL BANDS	ALL BANDS
Electrical Tilt	0	0	0
Antenna Pattern	739686_0824_0	739686_0824_0	739686_0824_0
Sector Width	68	68	68
Tilt	8	8	6
Total Tilt	8	8	6
Rad Center	18.0	15.0	24.0
Azimuth	40	160	270
Use NCA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
NCA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Figura 6.5

En esta tabla debemos llenar los siguientes datos:

En la pestaña Basic Data

Name.- se ubica el nombre que se le va asignar al Nodo B para su reconocimiento, en este caso Riobamba 1.

ID.- se refiere al código que va a tener el Nodo para su reconocimiento, este código es único; en este caso RIO 1.

Elev.- se refiere a la altura del terreno en donde va a ser ubicado el Nodo; en este caso 2818m.

State.- es un parámetro que viene predeterminado, siempre deben estar marcadas las pestañas de :

- Active; y
- Visible

En la pestaña antena se debe ubicar la siguiente información:

Antena Model.- se refiere al modelo de la antena que se va a ubicar en el diseño, en este caso se utilizará la antena 739686 de 850 MHz, este software está diseñado para que: cuando se ingrese el modelo de la antena este ingrese con el valor de tilt eléctrico que se va aplicar.

Tilt.- se refiere al tilt mecánico con el que le vamos a configurar a la antena para obtener la cobertura deseada en la predicción.

Azimuth.- se refiere al ángulo al que va a estar orientada la antena para cubrir la zona que se tiene por objetivo.

El resto de valores se cargan predeterminadamente.

Debemos tomar en cuenta que los parámetros de tilt eléctrico, tilt y azimuth no se obtienen de un cálculo, estos valores son encontrados a través de los varios intentos que se realizan en la herramienta de predicción para lograr brindar la cobertura deseada.

Field	TX 1 (ID: 1/0/SV)	TX 2 (ID: 2/0/SV)	TX 3 (ID: 3/0/SV)
ERP[Watts]	30.83	30.83	30.83
Power Budget			
# of Feed Lines	1	1	1
Use TX Parameters	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Propagation Parameters	Default Lee Parameters tur...	Default Lee Parameters tur...	Default Lee Parameters tur...
View Params			
Clutter Type	Ecuador Sur	Ecuador Sur	Ecuador Sur
Clutter Adjustment	Clutter Optimization MT Ur...	Clutter Optimization MT Ur...	Clutter Optimization MT Ur...

Figura 6.6

En la pestaña RF se debe llenar el siguiente dato:

Clutter Type: se refiere a la región en la que se encuentra la ciudad a la que se le quiere brindar cobertura; en este caso Riobamba se encuentra en la Región Sur.

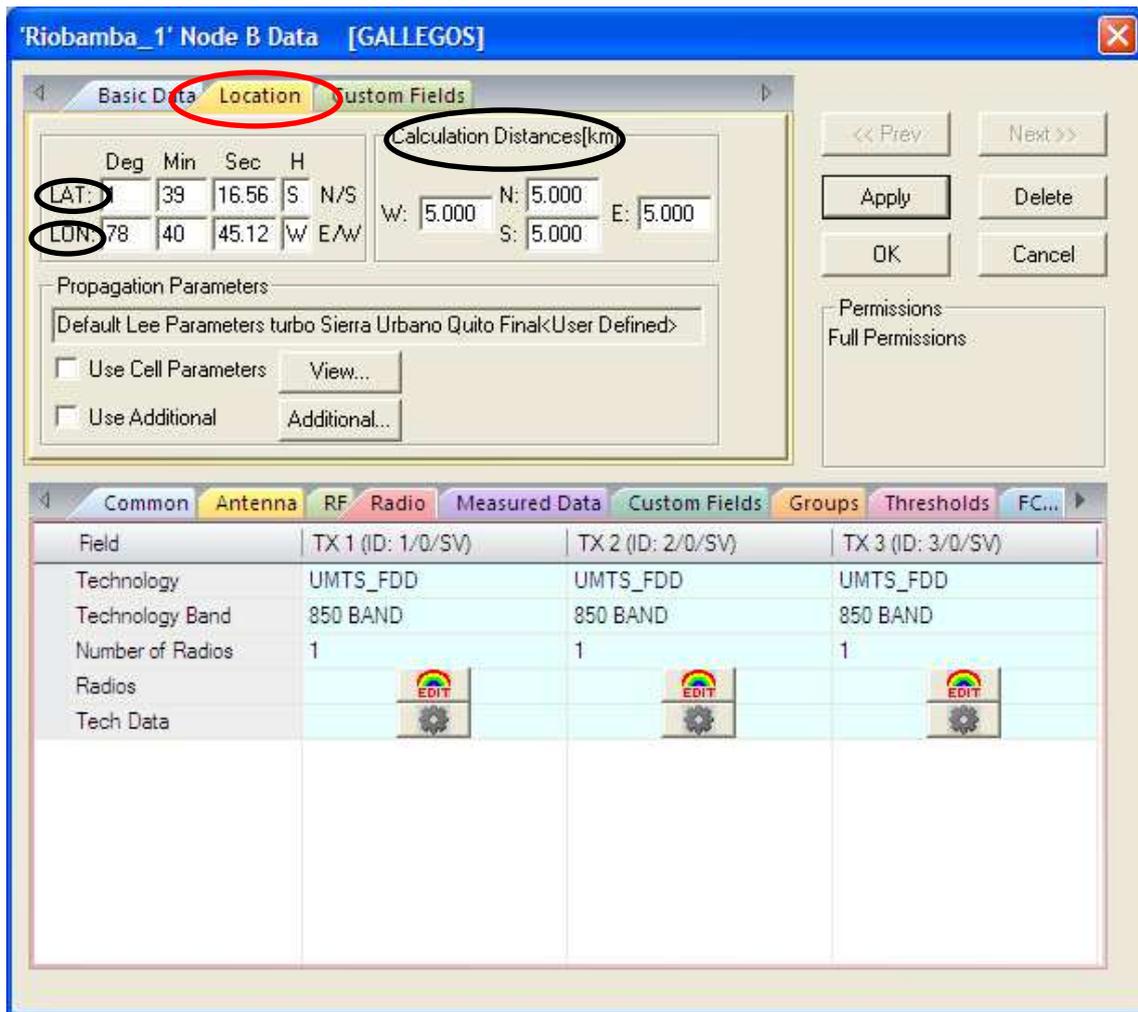


Figura 6.7

En la pestaña Location se debe llenar:

LAT.- Se refiere a la latitud en donde va a ir ubicado el Nodo B, en este caso Riobamba 1 va a ser ubicado en la latitud $1^{\circ}39'16.56''$ S (Sur).

LON.- Se refiere a la longitud en donde va a ir ubicado el Nodo B, en este caso Riobamba 1 va a ser ubicado en la longitud $78^{\circ}40'45.12''$ W (West).

Calculation Distances [km].- Se refiere al radio en el que se realiza la propagación de cobertura, si el alcance de la cobertura brindada es mayor al del radio indicado entonces los límites de la predicción de cobertura se muestran cuadrados.

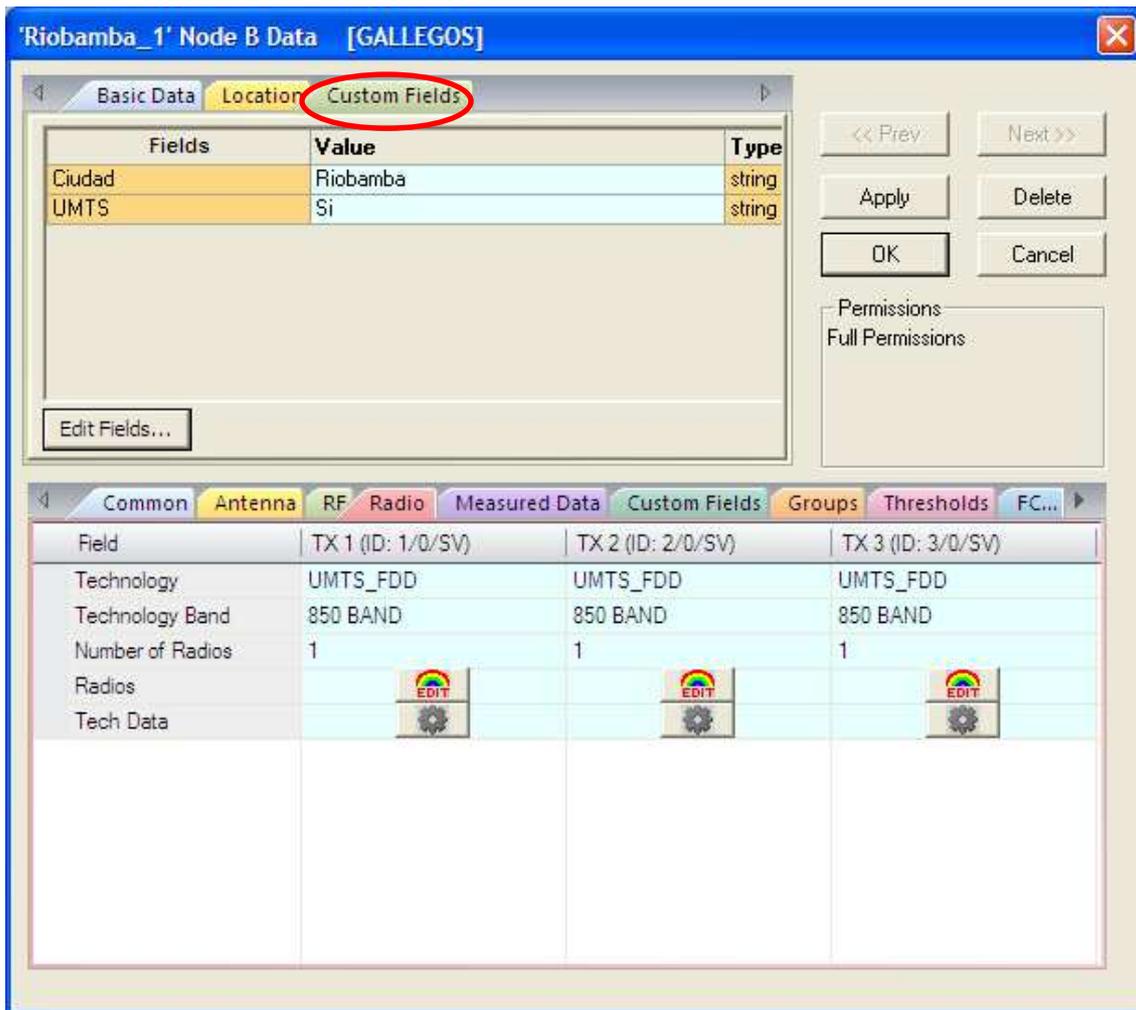


Figura 6.8

La pestaña Custom Fields se utiliza para poner etiquetas: por ejemplo en este caso a la ciudad se le pone el nombre de Riobamba y en UMTS se ubica que si posee esta tecnología, de esta forma cuando se deseen realizar cambios en conjunto únicamente se ubica el nombre de la etiqueta y todos los parámetros que sean cambiados se van a aplicar a todos los sitios que tengan el nombre de la etiqueta SI en UMTS.

Los datos ingresados deben ser llenados para tantos sectores como tenga cada Nodo, en nuestro diseño todos los Nodos poseen 3 Sectores.

Una vez ingresados los datos que se necesitan se procede a obtener la predicción del sitio ingresado, para ello debemos seguir los siguientes pasos:

- a) Nos ubicamos en Análisis

- b) Elegimos UMTS-FDD Pilot;
- c) Escogemos la opción CPICH RSCP, esta opción es la que muestra la cobertura que vamos a obtener según los datos ingresados.

Estos pasos se muestran en la Figura 6.9

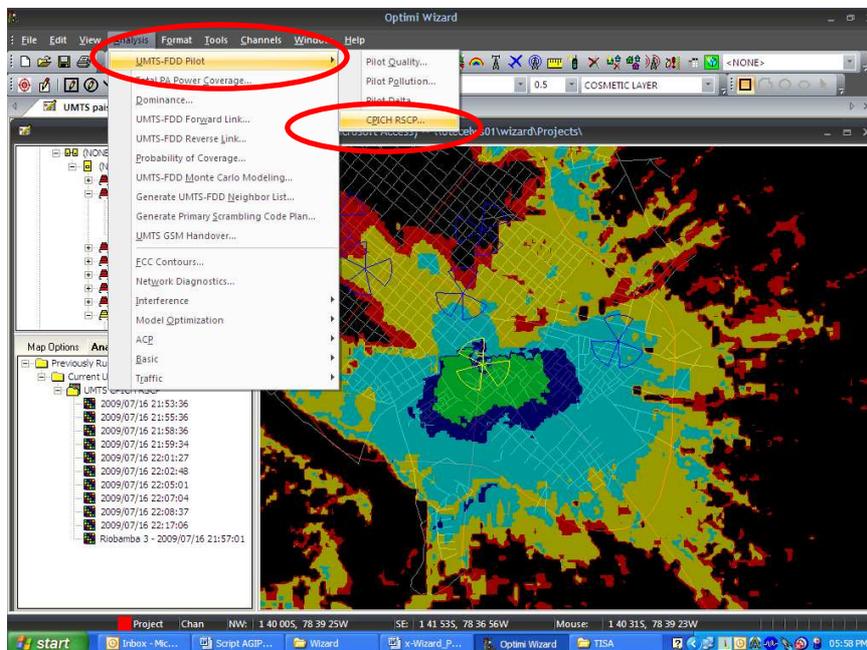


Figura 6.9

Entonces el resultado que obtenemos se muestra en la Figura 6.10:

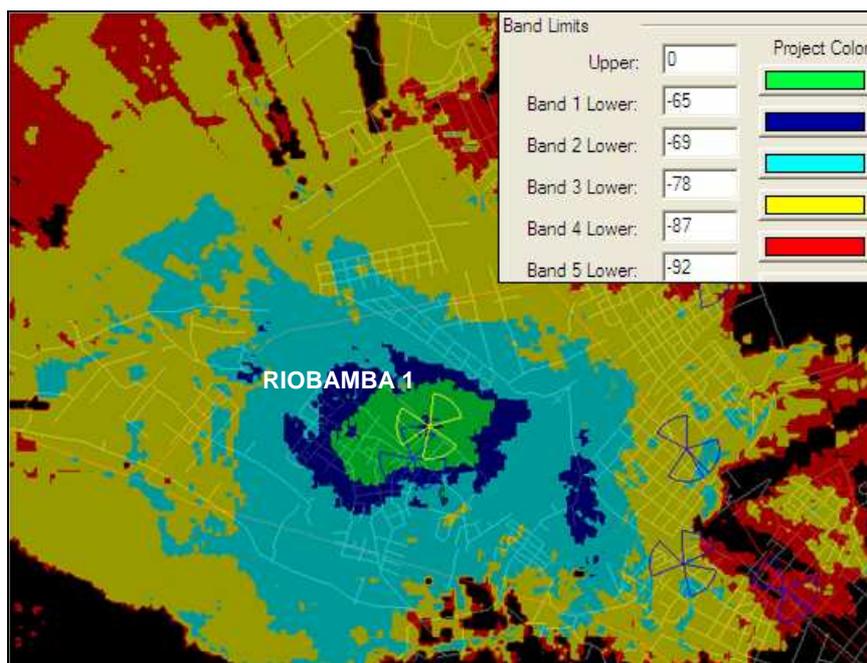


Figura 6.10

Una vez obtenida la predicción final, entonces quedan definidos los valores de los parámetros físicos antes mencionados como son tilt eléctrico, tilt y azimuth. A continuación se mostrará una tabla con la información de cada Nodo B, así como la predicción de cobertura de este sitio y las gráficas que muestran la zona a la que brinda cobertura cada Nodo.

6.3 CONFIGURACIÓN FÍSICA Y PREDICIONES DE CADA NODO

Tabla 6.1 Configuración Física de Riobamba 1

Nombre de la Estación y # Sector.	Tipo de Antena	Tilt Eléctrico	TX TILT MECANICO	TX AZIMUTH	TX LAT_DECIMAL	TX LON_DECIMAL	Altura	TX SWITCH_ID	TX TECNOLOGÍA	TX FRECUENCIA
Riobamba_1_1	739686	0°	8°	40	1.6546 S	78.6792 W	18m	30001	UMTS_FDD	850 BAND
Riobamba_1_2	739686	0°	8°	160	1.6546 S	78.6792 W	15m	31001	UMTS_FDD	850 BAND
Riobamba_1_3	739686	0°	6°	270	1.6546 S	78.6792 W	24m	32001	UMTS_FDD	850 BAND

Cobertura del Nodo B Riobamba 1

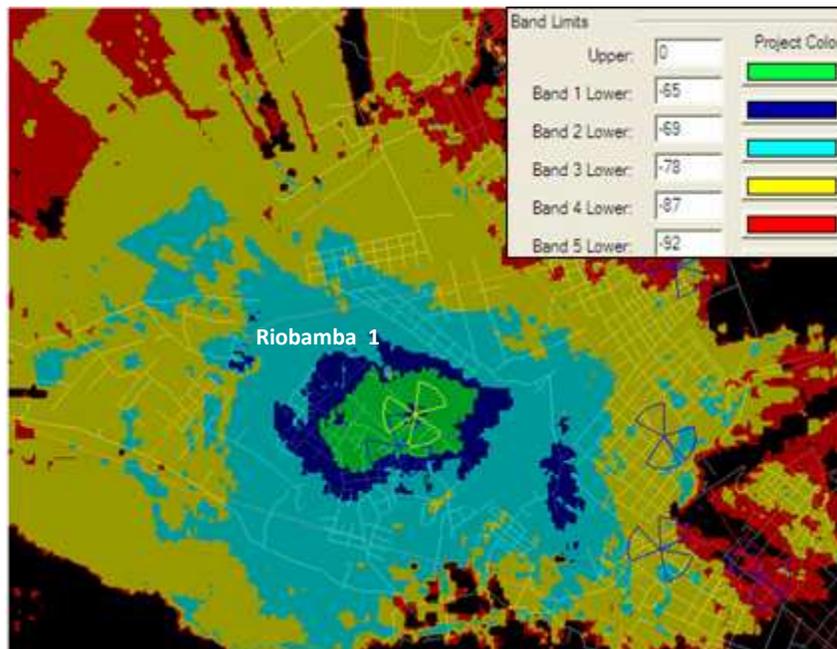


Figura 6.11

Tabla 6.2 Configuración Física de Riobamba 2

Nombre de la Estación y # Sector.	Tipo de Antena	Tilt Eléctrico	TX_TILT MECANICO	TX AZIMUTH	TX LAT_DECIMAL	TX LON_DECIMAL	Altura	TX SWITCH_ID	TX TECNOLOGÍA	TX FRECUENCIA
Riobamba_2_1	739686	0°	2°	40	1.64641111 S	78.6648 W	24m	30002	UMTS_FDD	850 BAND
Riobamba_2_2	739686	0°	8°	140	1.64641111 S	78.6648 W	22m	31002	UMTS_FDD	850 BAND
Riobamba_2_3	739686	0°	10°	290	1.64641111 S	78.6648 W	20m	32002	UMTS_FDD	850 BAND

Cobertura del Nodo B Riobamba 2

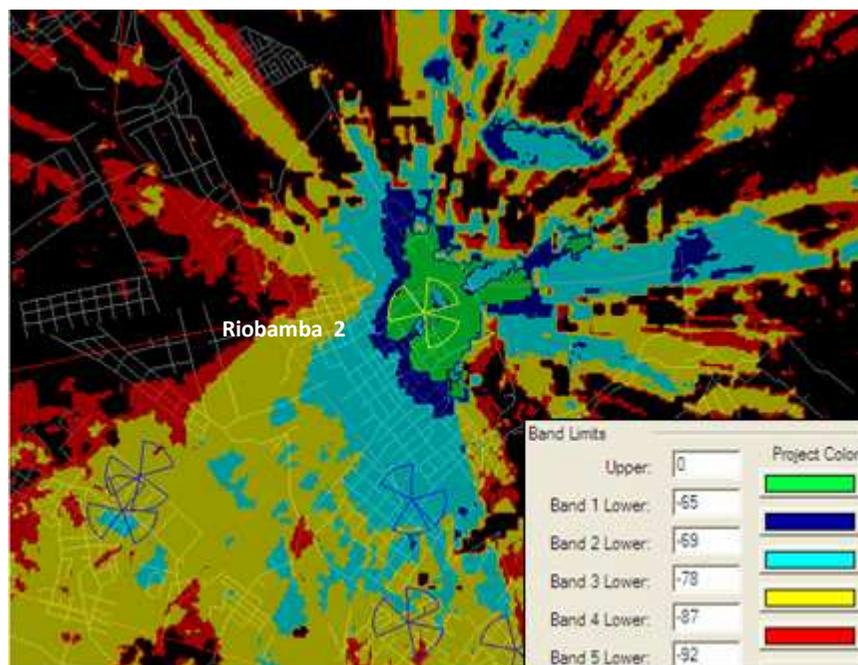


Figura 6.12

Tabla 6.3 Configuración Física de Riobamba 3

Nombre de la Estación y # Sector.	Tipo de Antena	Tilt Eléctrico	TX_TILT MECANICO	TX AZIMUTH	TX LAT_DECIMAL	TX LON_DECIMAL	Altura	TX SWITCH_ID	TX TECNOLOGÍA	TX FRECUENCIA
Riobamba_3_1	739686	0°	9°	30	1.662 S	78.6656 W	24m	30003	UMTS_FDD	850 BAND
Riobamba_3_2	739686	4°	0°	135	1.662 S	78.6656 W	24m	31003	UMTS_FDD	850 BAND
Riobamba_3_3	739686	0°	9°	280	1.662 S	78.6656 W	16m	32003	UMTS_FDD	850 BAND

Cobertura del Nodo B Riobamba 3

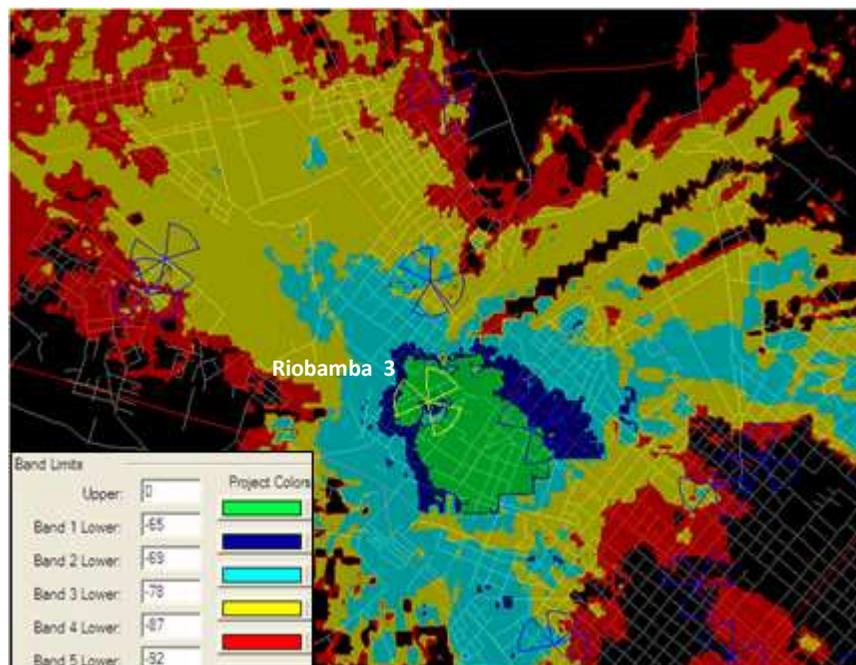


Figura 6.13

Tabla 6.4 Configuración Física de Riobamba 4

Nombre de la Estación y # Sector.	Tipo de Antena	Tilt Eléctrico	TX_TILT MECANICO	TX AZIMUTH	TX LAT_DECIMAL	TX LON_DECIMAL	Altura	TX SWITCH_ID	TX TECNOLOGÍA	TX FRECUENCIA
Riobamba_4_1	739686	0°	8°	350	1.6649 S	78.6481 W	24m	30004	UMTS_FDD	850 BAND
Riobamba_4_2	739686	5°	0°	130	1.6649 S	78.6481 W	24m	31004	UMTS_FDD	850 BAND
Riobamba_4_3	739686	3°	0°	240	1.6649 S	78.6481 W	27m	32004	UMTS_FDD	850 BAND

Cobertura del Nodo B Riobamba 4

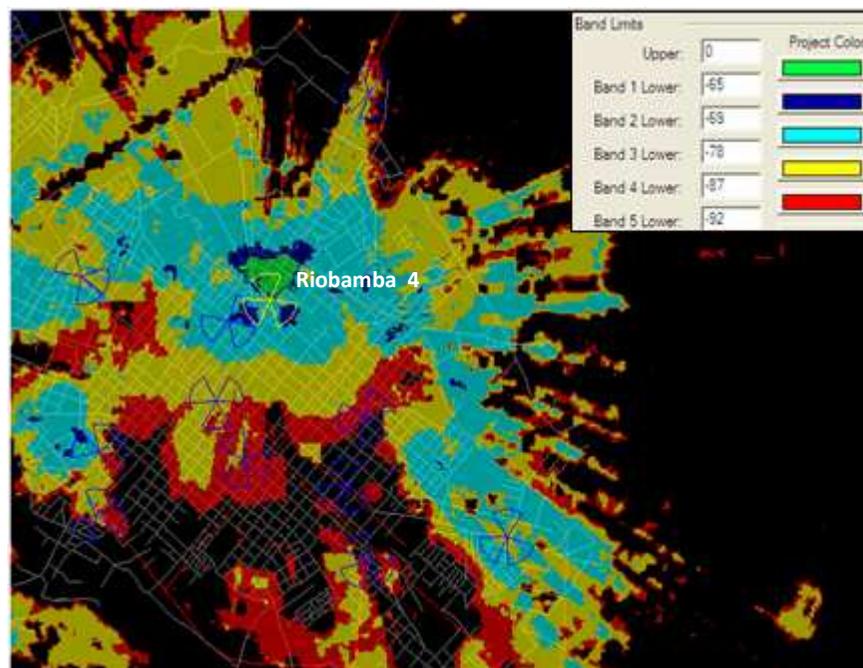


Figura 6.14

Tabla 6.5 Configuración Física de Riobamba 5

Nombre de la Estación y # Sector.	Tipo de Antena	Tilt Eléctrico	TX_TILT MECANICO	TX AZIMUTH	TX LAT_DECIMAL	TX LON_DECIMAL	Altura	TX SWITCH_ID	TX TECNOLOGÍA	TX FRECUENCIA
Riobamba_5_1	739686	5°	0°	330	1.675 S	78.6498 W	30m	30005	UMTS_FDD	850 BAND
Riobamba_5_2	739686	7°	0°	100	1.675 S	78.6498 W	30m	31005	UMTS_FDD	850 BAND
Riobamba_5_3	739686	7°	0°	200	1.675 S	78.6498 W	30m	32005	UMTS_FDD	850 BAND

Cobertura del Nodo B Riobamba 5

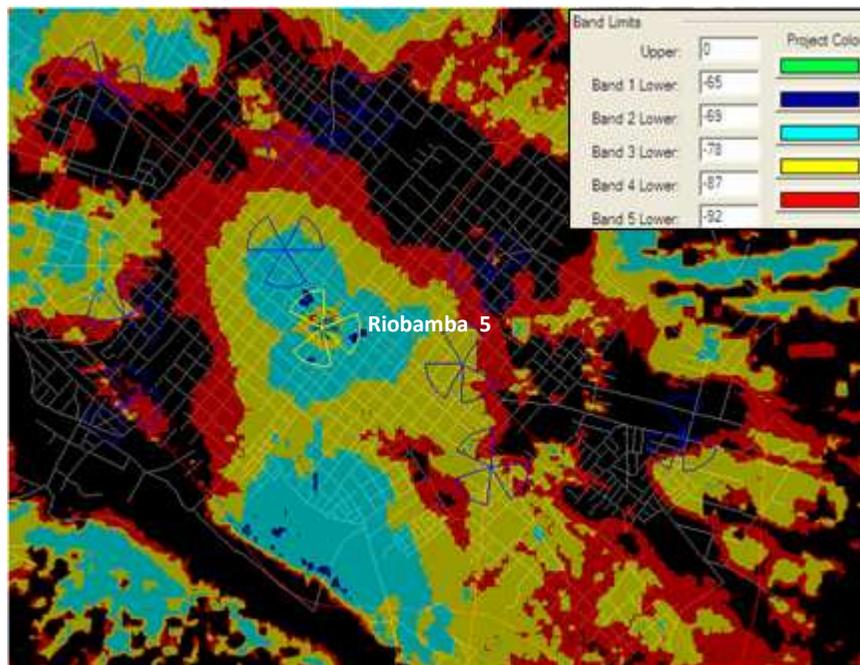


Figura 6.15

Tabla 6.6 Configuración Física de Riobamba 6

Nombre de la Estación y # Sector.	Tipo de Antena	Tilt Eléctrico	TX_TILT MECANICO	TX AZIMUTH	TX LAT_DECIMAL	TX LON_DECIMAL	Altura	TX SWITCH_ID	TX TECNOLOGÍA	TX CUENCIA
Riobamba_6_1	739686	5°	0°	10	1.6786 S	78.6593 W	24 m	30006	UMTS_FDD	850 BAND
Riobamba_6_2	739686	5°	0°	95	1.6786 S	78.6593 W	24 m	31006	UMTS_FDD	850 BAND
Riobamba_6_3	739686	6°	2°	220	1.6786 S	78.6593 W	24 m	32006	UMTS_FDD	850 BAND

Cobertura del Nodo B Riobamba 6

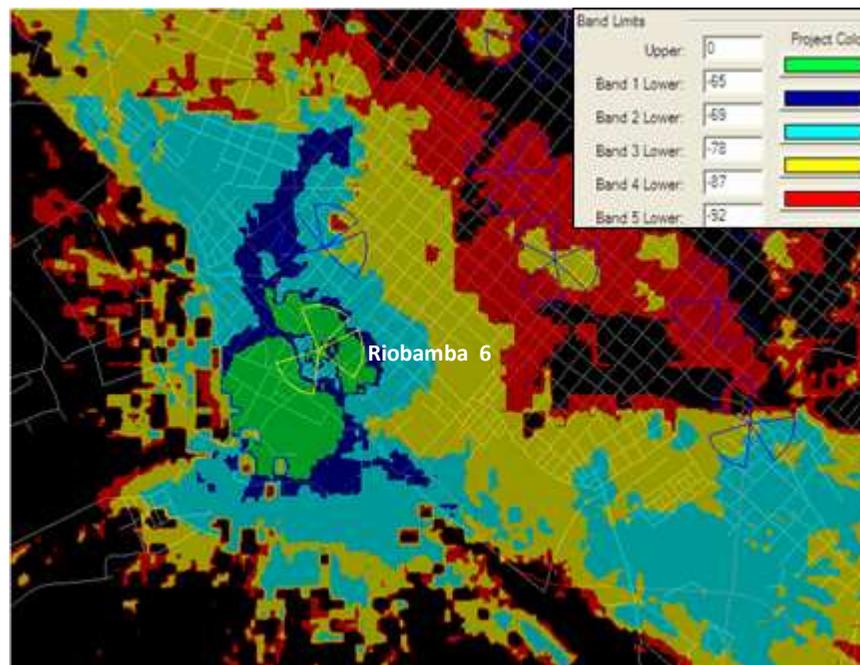


Figura 6.16

Tabla 6.7 Configuración Física de Riobamba 7

Nombre de la Estación y # Sector.	Tipo de Antena	Tilt Eléctrico	TX_TILT MECANICO	TX AZIMUTH	TX LAT_DECIMAL	TX LON_DECIMAL	Altura	TX SWITCH_ID	TX TECNOLOGÍA	TX FRECUENCIA
Riobamba_7_1	739686	3°	1°	330	1.6815 S	78.6419 W	24 m	30007	UMTS_FDD	850 BAND
Riobamba_7_2	739686	7°	1°	115	1.6815 S	78.6419 W	24 m	31007	UMTS_FDD	850 BAND
Riobamba_7_3	739686	7°	1°	220	1.6815 S	78.6419 W	24 m	32007	UMTS_FDD	850 BAND

Cobertura del Nodo B Riobamba 7

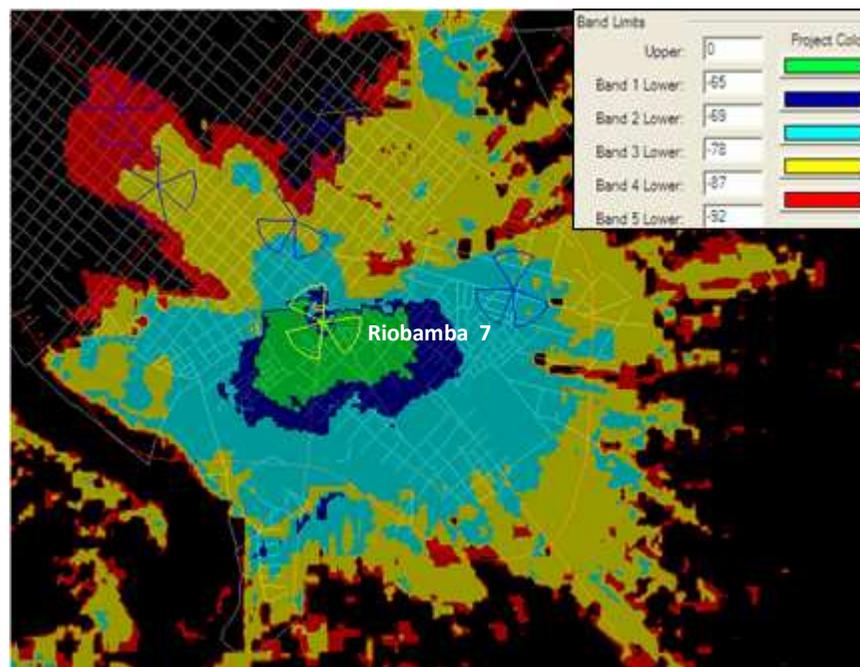


Figura 6.17

Tabla 6.8 Configuración Física de Riobamba 8

Nombre de la Estación y # Sector.	Tipo de Antena	Tilt Eléctrico	TX_TILT MECANICO	TX AZIMUTH	TX LAT_DECIMAL	TX LON_DECIMAL	Altura	TX SWITCH_ID	TX TECNOLOGÍA	TX FRECUENCIA
Riobamba_8_2	739686	3°	1°	40	1.67236111 S	78.6419667 W	24 m	30008	UMTS_FDD	850 BAND
Riobamba_8_2	739686	5°	0°	160	1.67236111 S	78.6419667 W	24 m	31008	UMTS_FDD	850 BAND
Riobamba_8_3	739686	4°	0°	270	1.67236111 S	78.6419667 W	24 m	32008	UMTS_FDD	850 BAND

Cobertura del Nodo B Riobamba 8

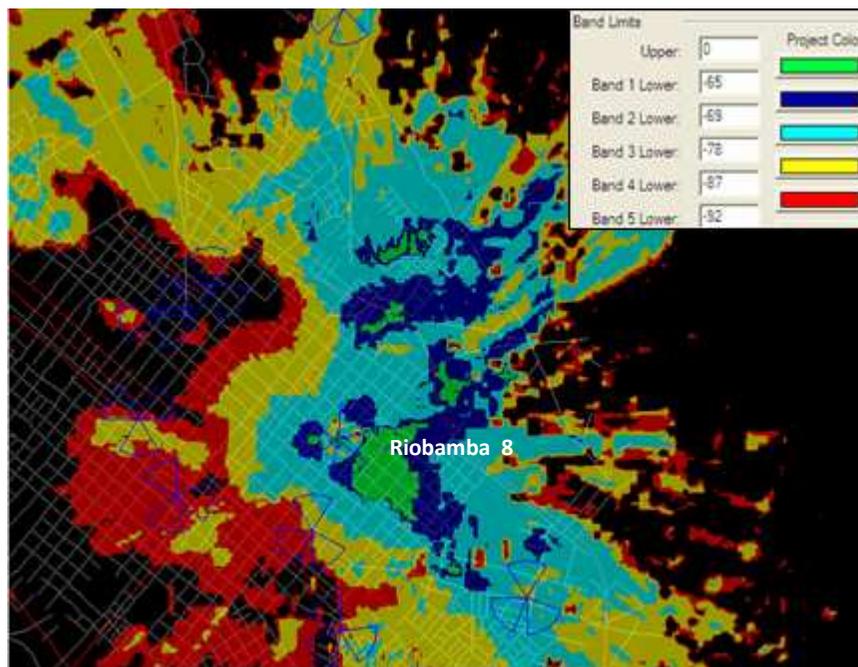


Figura 6.18

6.4 FOTOGRAFÍAS PANORÁMICAS Y DE COBERTURA DE CADA NODO B

La zonas que van a cubrir cada Nodo se muestran en las siguientes fotografías.

6.4.1 Fotografías Panorámicas

Nos muestra toda el área que va a ser cubierta con los 3 sectores de cada Nodo, tomadas cada 30° en el plano horizontal.

Mostraremos las fotografías que indican la cobertura correspondiente al Nodo Riobamba 1, para los demás Nodos revisar el Anexo 2.

RIOBAMBA 1

Ubicación.- Ciudadela de Los Olivos, Calle Dr Camilo Ponce, Manzana E.



0°



30°



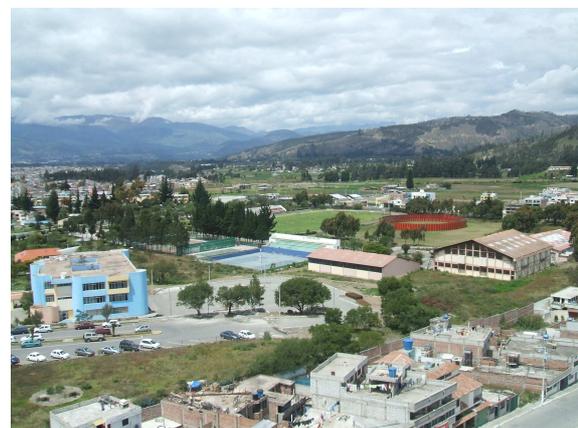
60°



90°



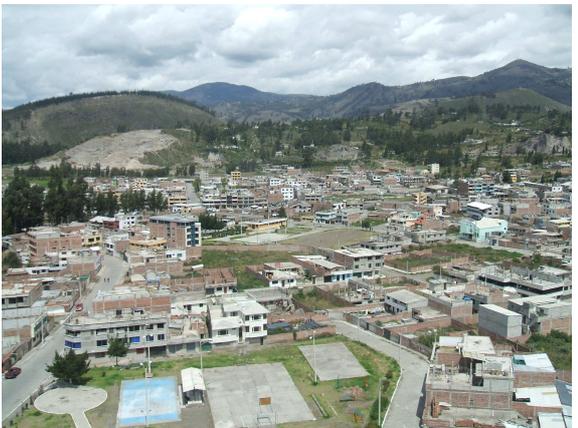
120°



150°



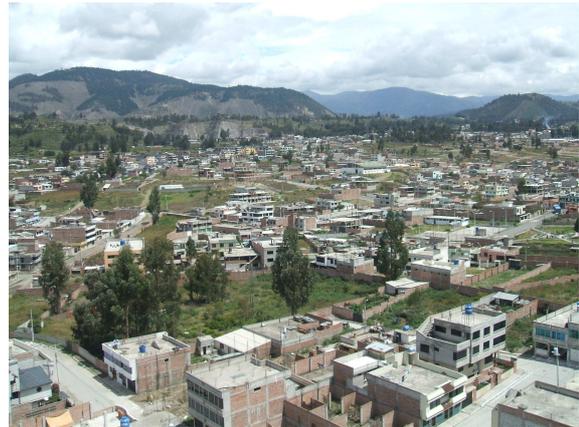
180°



210°



240°



270°



300°



330°

6.3.1 Fotografías Directivas

Estas fotografías nos muestran cuáles son nuestros objetivos de cobertura, a donde están apuntando directamente las antenas sectoriales con el azimuth de máxima radiación, en este caso también mostramos las fotografías correspondientes al Nodo Riobamba 1, las otras de los Nodos restantes las podemos encontrar en el Anexo 3.

RIOBAMBA 1



40°

Cubre la Escuela Politécnica de Chimborazo



160°

Cubre el Barrio La Politécnica y parte de Ciudadela Los Olivos 1



280°

Cubre el Barrio Ciudadela Los Olivos

CAPÍTULO 7

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CAPÍTULO 7

INTRODUCCIÓN

En este capítulo se resaltarán los resultados más importantes que se obtuvieron de la realización del proyecto, además se mostrará la bibliografía que se utilizó para la realización de esta tesis y los anexos que fueron necesarios.

7.1 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- Se pudo conocer que al realizar el proceso de planeación y diseño de una red 3G para brindar el servicio de video llamada, se debe realizar automáticamente el diseño para brindar el servicio de voz ya que la aplicación de video llamada utiliza los recursos de voz pero en forma optimizada.
- En el progreso de este diseño se debe tener en cuenta que la potencia del equipo de usuario es mucho menor que la potencia que ofrece el Nodo B, por lo tanto; para realizar el diseño se aplican las fórmulas en UP-Link (desde el móvil hasta el Nodo) tomando en cuenta que este sería el peor de los casos debido a que la cobertura ofrecida por el teléfono es menor que la ofrecida por el Nodo.
- En el diseño se utilizó la frecuencia de 850 MHz debido a que con esta frecuencia se ofrece una mayor propagación, es decir, hay mejor penetración de los niveles de señal; porque con menor frecuencia mayor cobertura, por lo tanto menor número de sitios, además es más conveniente utilizar la red de 850 MHz por la compatibilidad con la red GSM, ya que en Ecuador la frecuencia principal para comunicación móvil es de 850 MHz, por lo cual un móvil 3G que saliera de la cobertura de UMTS puede seguir conectado a la red del proveedor con GSM a través de

EDGE o GPRS; también debemos tener en cuenta que existe discriminación de servicios, por ejemplo, si se realiza una llamada de voz a través de un móvil 3G, entonces la red detecta esta llamada y la transfiere a la red GSM liberando recursos de la red 3G, ya que esta red es puramente para datos.

- La red 3G no está sujeta a brindar solo servicio de video llamada, también ofrece aplicaciones como datos móviles con acceso a bases de datos que facilitarán el desempeño de instituciones; por ejemplo los organismos públicos de control como la policía de tránsito.
- Se debe limitar rigurosamente el área de cobertura ofrecida por un Nodo B debido a que la propagación de la red 3G es mucho más fuerte que la de GSM, este control de propagación se lo hace a través del manejo de tilts, el manejo de control que se debe tener con los tilts en 3G es más riguroso que en GSM, ya que los niveles de señal que existen en 3G están en los umbrales de ruido y por eso la propagación de estas señales es mayor.
- Se debe cuidar mucho en obtener únicamente la cobertura deseada, caso contrario se puede producir interferencia ya que toda la red está funcionando con la misma frecuencia; entonces a causa de traslapamiento se ocasionaría problema en los receptores de los móviles.
- Al tener en cuenta el control de cobertura, la probabilidad de que exista interferencia co-canal es muy baja, ya que al funcionar con una sola portadora para el enlace de subida y una para el enlace de bajada, se eliminaría el riesgo de interferencia, además los códigos que utiliza son ortogonales, dificultando la posibilidad de interferencia.
- La red 3G tiene un costo de implementación elevado, sin embargo hay que tener en cuenta que es una red que nos ofrece mayor diversidad de servicios y mayor calidad de los mismos.
- El costo de operación de esta red es bajo, ya que posee la posibilidad de interconexión con otras redes de similares características sobre todo en las principales ciudades del país, por lo tanto esto permitirá que los costos de capitalización y de operación se amorticen en pocos años de funcionamiento.

- Al realizar el plan nominal de los nodos que brindarían el servicio de tercera generación en la ciudad de Riobamba, se puede observar que no siempre la ubicación teórica de los sitios va a ser la ubicación práctica, debido a que en la ubicación práctica al verificar los datos teóricos de la ubicación de los sitios, estos no siempre pueden ser ubicados en las coordenadas asignadas en el diseño, ya que en la verificación de la ubicación estos sitios pueden caer en medio de una carretera, en un precipicio, en un bosque, etc, entonces este sitio tiene que ser re-ubicado dentro de un radio que es asignado como se muestra en los Informes SAM presentados en el Capítulo 3.
- Una vez definida la ubicación exacta de los Nodos, entonces se puede realizar la topología de la red con datos reales.
- Para armar la red debemos tener en cuenta que no es posible conocer con exactitud cuántos RNC's se necesitan, ya que para calcular este dato se requiere conocer con mas exactitud datos como el números de usuarios, por lo que el número de RNC's presentados en el Capítulo 5 se ubican con el fin de representar una red completa.
- Para obtener la predicción total de cobertura que se va a brindar en la ciudad de Riobamba fue necesario probar con distintas configuraciones físicas de cada sitio, para de esta manera realizar el control respectivo de cobertura y descartar la probabilidad de problemas de interferencia o ausencia del servicio.
- Con los datos presentados nos damos cuenta que finalmente el usuario va a recibir una buena calidad del servicio de video llamada en la zona urbana de la ciudad Riobamba, debido a que en la Figura 4.10 presentada en el Capítulo 4 se puede apreciar que en la zona urbana se van a obtener niveles óptimos para recibir el servicio sin dificultad.
- La velocidad para transferencia de datos que ofrece la tercera generación es hasta de 2Mbps, sin embargo en la práctica navega con menor velocidad alcanzando picos de 1Mbps.

7.2 RECOMENDACIONES

- Para realizar la implementación de una red 3G se recomienda empezar por la zona urbana de las ciudades ya que en esta zona van a encontrar el mayor número de posibles usuarios, y según el desarrollo de la red esta deberá ir extendiéndose a lo largo de la ciudad cubriendo la zona sub-urbana y hasta rural.
- Cuando se realiza la implementación de la red WCDMA, se recomienda utilizar la infraestructura de la red GSM, para de esta manera optimizar recursos, reducir gastos y por ende abaratar los costos al brindar el servicio, además se recomienda capacitar a gente local sobre el manejo y funcionamiento de esta tecnología siendo también una causa para abaratar costos y que no exista un impacto en el cliente con el precio comercial.
- Una vez implementada la red 3G se recomienda contar con la gente capacitada para dar soporte a la misma, y de esta manera mantener la buena percepción del cliente hacia esta tecnología, haciéndola cada vez más acogida en el medio.
- Se recomienda brindar información al cliente sobre todos los beneficios que ofrece la red y la forma de usarlos, a través de campañas publicitarias en los diferentes medios de comunicación.
- Mantener un adecuado soporte técnico con la finalidad de que los diferentes problemas que experimente el usuario puedan ser resueltos.
- Se recomienda mantener continuidad en el servicio con la finalidad de descartar malestar en los clientes.
- Se recomienda empezar la implementación de esta red en las principales ciudades de Ecuador para que de esta manera sea más fácil difundirla a nivel nacional.
- Se recomienda mantener un control permanente del funcionamiento de la red, asegurando de esta forma la conformidad del cliente.

7.3 BIBLIOGRAFÍA GENERAL

- Document Nokia Networks Oy CTXX5317en 3GSystra.pdf, Introduction to UMTS.
- Document Nokia Networks Oy CTXX5318en 3GSystra.pdf, UMTS Network Architecture.
- Document Nokia Networks Oy CTXX5321en 3GSystra.pdf, UMTS Radio Path and Transmisión.
- Document Nokia Networks Oy CTXX5323en 3GSystra.pdf, UMTS Traffic Management.
- Document Nokia Networks Oy CTXX5326en 3GSystra.pdf, UMTS Services and Applications.
- Document Nokia Networks Oy; Vocabulary for System Training.
- www.google.com

es.wikipedia.org/wiki/Acceso_m%C3%BAltiple_de_banda_ancha_por_divisi%C3%B3n_de_c%C3%B3digo

translate.google.com.ec/translate?hl=es&sl=en&u=http://en.wikipedia.org/wiki/GPRS_Tunnelling_Protocol&sa=X&oi=translate&resnum=2&ct=result&prev=/search%3Fq%3DGPRS%2BTunneling%2BProtocol%2BUnit%26hl%3Des%26sa%3DX

190.95.171.13/cgi-bin/RpWebEngine.exe/PortalAction?&MODE=MAIN&BASE=ECUADOR21&MAIN=WebServerMain.inl

- www.geocities.com/tele601/wcdma.htm
- www.supertel.gov.ec/
- www.3gpp.org/
- UMTS.traspasos-CN.pdf
- Document Nokia Network UMTS-Session
- Document PMN Air Interface_dim UMR5.0_v1.1_IUS.pdf ; Agosto del 2005
- J.C. García, O.A.Rodríguez, J.L. Castillo; Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales, Campus La Nubia, Vía Aeropuerto, Manizales, Colombia.
www.docentes.unal.edu.co/jcgarciaa/docs/Papers/ID016.pdf
- catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lem/fajardo_p_d/capitulo1.pdf
- GSM. GPRS and EDGE Performance, Evolution Toward 3G/UMTS, Second Edition, John Wiley & Sons, Ltd.
- Documento de SIEMENS, UTRAN , Mobile Radio Networks; Air Interface Dimensioning, UMTS FDD Macro / Micro / Pico.
- Ph.D. Iván Bernal, Folleto de Comunicaciones Inalámbricas, GSM, Escuela Politécnica Nacional.

7.4 REFERENCIAS

- (1) Document Nokia Networks Oy CTXX5318en 3GSysstra.pdf, UMTS Network Architecture.
- (2) Document Nokia Networks Oy CTXX5321en 3GSysstra.pdf, UMTS Radio Path and Transmisión.
- (3) Documento de Nokia Siemens Network
- (4) Manual en PDF De Mapinfo Professional 9.0
- (5) <http://www.supertel.gov.ec/>
- (6) Superintendencia De Telecomunicaciones
- (7) Base De Datos Del INEC De Chimborazo
- (8) Documento de Nokia 03 bas PMN Air interface dim UMR5.0 v1.1 IUS
- (9) Herramienta De Simulación De Nokia Siemens Network
- (10) Documento de Nokia-Siemens Basic PMNO UMR3 Traffic Model and Planning Aspects

7.5 GLOSARIO

3GPP	3rd Generation Partnership Project
A2SU	AAL2 Switching Units
AAL2	ATM Adaption Layer 2
ATM	Asynchronous Transfer Mode
AMSL	Above Mean Sea Level
BER	Bit Error Rate
BHCA	Busy Hour Call Attempts
CBS	Cell Broadcast Service
CDMA	Code Division Multiple Access
CPICH	Common Pilot Channel
CS	Switching Circuit
DL	Downlink
DMCU	Data and Macro Diversity Unit
DSP	Digital Signal Processing / Processor
E _b	Energía por bit
E _c	Potencia de la portadora
EIRP	Effective isotropically radiated Power
ETSI	European Telecommunications Standards Institute
FDD	Frequency Division Duplex
GGSN	Gateway GPRS Support Node
GoS	Grado de Servicio
GSM	Global System for Mobile Communications
GW	Gateway
GTPU	GPRS Tunneling Protocol Unit
HSPA	High Speed Packet Access
i-HSPA	Internet High Speed Packet Access
ICSU	Interface Control and Signaling Unit
INEC	Instituto Nacional de Estadísticas y Censos del Ecuador
I _o	Potencia de la señal
ME	Mobile Equipment
MGW	Media Gateway

MSC	Mobile Switching Center
MS	Mobile Station
MXU	Multiplexer Unit
NEMU	Network Element Management Unit
NIU	Network Interface Unit
NMS	Services Network Management
No	Densidad espectral de potencia de ruido
OMU	Operation and Maintenance Unit
PDP	Packet Data Protocol
PS	Switching Packet
PSTN	Public Switched Telephone Network
QoS	Calidad de Servicio
RAN	Radio Access Network
RNC	Radio Network Controller
RNS	Radio Network Subsystem
RRMU	Radio Resource Management Unit
RSMU	Resource and Switch Management Unit
SAM	Site Area Map
SFU	ATM Switching Fabric Unit
SGSN	Serving GPRS Support Node
SIM	Subscriber Identity Mobile
SMS	Short Message Service
SUPTTEL	Superintendencia de Telecomunicaciones
SWIS	See What I See
TBU	Timing and Hardware Management Bus Unit
TMA	Tower Mounted Amplifier
Tx	Transmisión
UE	User Equipment
UL	Up Link
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System
UT	User Terminals
UTRA	UMTS Terrestrial Radio Access
UTRAN	UMTS Terrestrial Radio Access Network

USIM Universal Subscriber Identity Mobile

WCDMA Wideband Code Division Multiple Access