

# **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**



**Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación**

**“ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA DESPLIEGUE DE RADIO  
BASES CON TECNOLOGÍA MÓVIL WCDMA”**

**EXAMEN DE GRADO (COMPLEXIVO)**

Previa a la obtención del grado de:

**INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y  
TELECOMUNICACIONES**

**EDISON SEGUNDO AMBI SANDOYA**

**GUAYAQUIL – ECUADOR**

**AÑO: 2015**

## **AGRADECIMIENTO**

Al Ing. Carlos Escobar por su guía, disponibilidad y ayuda, a mi familia por su motivación, paciencia y apoyo, y a todos mis compañeros de área que colaboraron de cierto modo a la culminación de este proyecto.

## DEDICATORIA

A mi padre que me enseñó que nunca es tarde, a mi madre por su infinito e inagotable apoyo, a mis hermanos que siempre han sido mis compañeros de lucha y a mi novia que siempre me motiva para seguir adelante con mis objetivos.

## TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

---

**Ph.D. Freddy Villao Q.**

PROFESOR DELEGADO

POR LA SUBDECANA DE LA FIEC

---

**Ph.D. Germán Vargas L.**

PROFESOR DELEGADO

POR LA SUBDECANA DE LA FIEC

## **DECLARACIÓN EXPRESA**

"La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestas en este Informe me corresponde exclusivamente; y, el patrimonio intelectual de la misma, a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL".

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)

---

Edison Segundo Ambi Sandoya

## RESUMEN

El presente estudio realiza un análisis de factibilidad para implementar las radio bases que brindan el servicio de 3G. También se examina las características de la zona tales como accesos, perfil del terreno en el área establecida, tipo de Clutter, posibles obstáculos en el área desde el punto de vista de RF, el objetivo de cobertura.

Además de un estudio de las normas ambientales y de la normativa relacionada a permisos municipales para la construcción de obra civil de telecomunicaciones y así lograr dar a los operadores móviles los lineamientos técnicos para la implementación de las radio bases usando WCDMA, tecnología en la cual se basan varios estándares de telefonía móvil de tercera generación.

WCDMA(Acceso múltiple por división de código de banda ancha) se basa en que los usuarios pueden transmitir varios tipos de servicio en el acceso radio con el mismo ancho de banda al no haber una separación en frecuencia. Esto proporciona una mayor eficiencia espectral.

El objetivo que se conseguiría al trabajar bajo los resultados de este informe es el de mejorar la cobertura indoor de la zona urbana y suburbana de El Empalme, una buena calidad en los alrededores y una disminución de los niveles de interferencia ya que se contaría con un servidor definido.

## ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO .....	iii
DEDICATORIA .....	iii
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN .....	iv
DECLARACIÓN EXPRESA .....	v
RESUMEN .....	vi
ÍNDICE GENERAL.....	vii
INTRODUCCIÓN.....	ix
CAPÍTULO 1 .....	1
1. METODOLOGÍA O SOLUCIÓN TECNOLÓGICA IMPLEMENTADA.....	1
1.1 Generalidades .....	1
1.2 Definiciones y Requisitos .....	2
1.2.1 UMTS.....	2
1.2.2 WCDMA .....	3
1.2.3 Presupuesto de enlace .....	4
1.3 Servicios.....	4
1.3.1 Probabilidad de Servicio .....	5
1.4 Parametros del presupuesto de enlace.....	6
1.5 Ubicación de Punto Nominal .....	9
1.6 Configuración de la Estación.....	10
1.6.1 Antena.....	10
1.6.2 Modelo de Propagación.....	12
1.6.3 Parametro de Entrada.....	12
1.6.4 Modelo de Trafico.....	13
CAPÍTULO 2.....	15
2. RESULTADOS OBTENIDOS.....	15
2.1 Predicciones de Cobertura .....	15

2.1.1 Área de Cobertura.....	15
2.1.2 Predicciones RSCP.....	15
2.1.3 Distribución RSCP .....	16
2.1.4 Predicción Ec/Io. ....	18
2.1.5 Predicción de Tasa Pico HSDPA .....	21
2.1.6 Resultados Finales.....	23
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	25
BIBLIOGRAFÍA .....	27
ANEXOS .....	28



## INTRODUCCIÓN

Con el constante avance de la tecnología y las nuevas necesidades de los usuarios para comunicarse, se desarrolló la transmisión de voz y datos a través de telefonía móvil. Esto quiere decir que proporcionan la posibilidad de "transferir tanto datos-voz (una llamada de voz o una videollamada) y de datos no-voz (mensajería, mails o descarga de programas) al mismo tiempo [1]. La UMTS(Sistema universal de telecomunicaciones móviles), es un estándar y está basado en tecnología WCDMA.

En nuestro país, el primero en implementar tecnología 3G fue el operador de telefonía móvil PORTA actualmente CLARO en el año 2009 y opera en los rangos de frecuencia 850/1900 Mhz. Debido a la inversión que han realizado los diferentes operadores móviles existentes en el país, uno de los principales problemas en la telecomunicación sigue siendo la baja cobertura en algunas zonas geográficas, interiores de edificios o áreas rurales. Además, en ciertos casos, por ejemplo en los núcleos turísticos, ocurre la saturación de las comunicaciones ocasionado por la multitud de personas que se encuentran conectadas a la vez a la misma radio base, todo esto dificulta la conectividad a las redes móviles y el acceso a Internet.

Esto se soluciona mediante la instalación de una radio base y para elegir la mejor ubicación se realiza un análisis de factibilidad de espacio físico además de un estudio de las normas ambientales y de permisos municipales para la construcción de obra civil de telecomunicaciones, complementado por el análisis de radio frecuencia, cobertura y configuraciones sugeridas para que el sistema pueda operar con los estándares definidos por los entes reguladores de las telecomunicaciones.

## **CAPÍTULO 1**

### **1. METODOLOGÍA O SOLUCIÓN TECNOLÓGICA IMPLEMENTADA**

#### **1.1 Generalidades**

Este documento presenta los lineamientos generales y los parámetros sobre los que se basa el diseño nominal de una estación que se trata de instalar en el cantón El Empalme. Acorde al área de la ciudad y los sitios de distribución, El Empalme puede ser definido como un área urbana y suburbana. Para predecir la planificación nominal consideraremos dos sitios para la implementación de UMTS.

## 1.2 Definiciones y requisitos

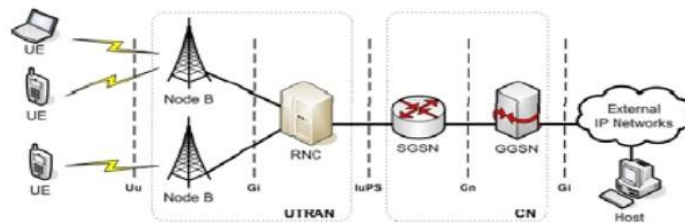
### 1.2.1 UMTS (Universal Mobile Telecommunications System )

"Es un estándar usado por los celulares de tercera generación, sucesora de la telefonía móvil 2G(GSM) [1]. Debido a que dicha tecnología no pudo crecer lo suficiente para proporcionar los servicios o prestaciones consideradas de tercera generación.

Tras la llegada de UMTS el teléfono móvil ha revolucionado de manera radical, pasando de ser un terminal de comunicación a ser un dispositivo multimedia, con variadas aplicaciones para la comunicación y el ocio. Sus más importantes características son:

- Capacidades multimedia.
- Alta velocidad de acceso a Internet, que le permite transmitir voz y video en tiempo real.
- Transmisión de voz con un nivel de calidad similar a la de redes de telefonía fija, además de una muy extensa variedad de servicios.

Un ejemplo de una conexión a la red UMTS desde un terminal, es el que se observa en la Figura 1.1 y se detalla a continuación:



**Figura 1.1: "Conexión a Red UMTS [6].**

Partimos de un dispositivo 3G, ya sea un teléfono celular o un modem USB compatible con esta red, los datos llegan al Node B que se encarga de recoger las señales emitidas por los terminales, luego se trasladan al RNC para ser procesadas, después "estos componentes denominados UTRAN pasan al núcleo de la red que está dividido en conmutadores. Estos datos son repartidos por distintos sistemas y según el que escojan seguirán un camino [4], pasando por el MSC (Mobile Services Switching Center), o por el SGSN (Serving GPRS Support Node) y por último por el GGSN (Gateway GPRS Support Node).

### 1.2.2 WCDMA(Wideband Code Division Multiple Access)

Varios estándares de telefonía móvil 3G están basados en esta tecnología, entre ellos el estándar **UMTS**, dicha tecnología "permite que todos los usuarios o clientes transmitan al mismo tiempo, con el mismo ancho de banda al no haber separación en frecuencia [2]. Y

también con un nivel de prioridad ya que a los usuarios se les asigna un único código para poder identificarlos.

### 1.2.3 Presupuesto de enlace

Es el resultado de todas las ganancias y pérdidas del transmisor, a través de un medio(espacio vacío, cable, guía de onda, fibra, etc.) hasta el receptor en un sistema de telecomunicación. Parámetros como la ganancia de la antena, ganancias por diversidad, pérdidas por cables, márgenes de desvanecimiento y otros son tomados en cuenta.Figura1.2.

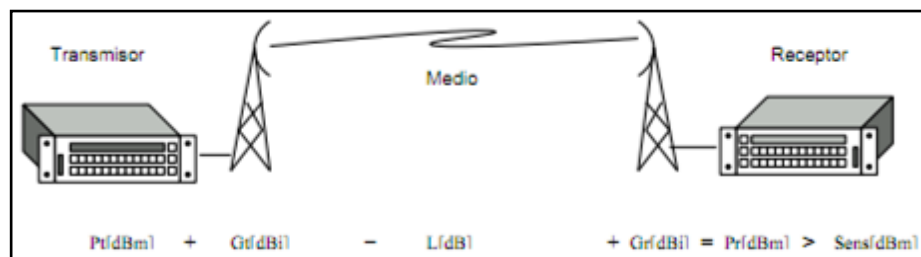


Figura 1.2: "Presupuesto de enlace [7].

### 1.3 Servicios

- La red deberá ofrecer servicios de voz en las correspondientes áreas para teléfonos móviles UMTS 1900 MHZ.
- Voz en banda estrecha a servicios multimedia en tiempo real y banda ancha.
- Ayuda a navegar a alta velocidad, entregar información como noticias, tráfico y finanzas por técnicas de empuje y acceder de forma remota inalámbrica a Internet e intranets.

- Servicios unificados de mensajes como correo electrónico multimedia.
- Aplicaciones de comercio electrónico móvil, que incluyen transacciones bancarias y compras móviles.

### 1.3.1 Probabilidad de servicio

La Tabla 1, muestra los valores del diseño para la probabilidad de servicio por Clutter así como la desviación estándar tomada como base del reporte "WCDMA RNP [11], que deberá considerarse en el cálculo del "presupuesto de enlace [8].

Tipo de clutter	Voz	
	Probabilidad de servicio en área [%]	Desviación estándar [dB]
Urbano denso	95	9
Urbano	95	9
Suburbano	90	8
Rural	85	7
Carreteras	85	7

**Tabla 1: Probabilidad de servicio por Clutter [WCDMA RNP].**

Los valores indicados de desviación estándar están basados en experiencias anteriores de diseños realizados "WCDMA RNP [11], y se especifican como los valores requeridos para garantizar los valores de KPI's incluidos en el VAM (Verification and Acceptance Document).

#### 1.4 Parámetros del presupuesto de enlace

Los parámetros que vamos a ver a continuación se requieren para el cálculo de enlace, tanto para UL y DL. La cobertura de enlace de subida UL es siempre más crítica que la del enlace de bajada DL por la potencia de transmisión del equipo de usuario, lógicamente menor que la del NodeB [3]. Todos estos valores fueron proporcionados por "Rotrucorp [8], basándose en experiencias anteriores sobre terrenos similares.

En las siguientes Tablas 2 y 3, se resumen las suposiciones para los parámetros aplicables al cálculo del presupuesto de enlace.

	Potencia de salida Estación Móvil	Potencia de salida Estación Base
Voz	33 dBm (2W)	47 dBm (50 W)

**Tabla 2: "Potencia de Estación Móvil / Estación Base [8].**

Se toman como base teléfonos móviles de clase 4.

	Sensibilidad de Estación Móvil	Sensibilidad de Estación Base
Voz	- 102,0 dBm	- 111,0 dBm

**Tabla 3: "Sensibilidad de Estación Móvil / Estación Base [8].**

La sensibilidad en el presupuesto de enlace considera un modelo de propagación ASSET Stándar MacroCell, utilizándose un margen de degradación por clusters. Se toma como base teléfonos móviles de clase 4.

Para diversidad RX, se asume una ganancia de 3 dB siendo este un valor promedio.

En la Tablas 4 y 5 se especifican las suposiciones realizadas para el presupuesto de enlace en cuanto a pérdidas por penetración en interiores y por el cuerpo humano.

	Urbano denso [dB]	Urbano [dB]	SubUrbano [dB]	Rural [dB]	Vehículo [dB]
<b>Pérdida por Penetración (voz)</b>	19	13	8	8	8
<b>Pérdida por Obstaculización (cuerpo) (voz)</b>	3	3	3	3	3

**Tabla 4: "Pérdidas por Penetración y por el Cuerpo Humano [8].**

	Urbano denso	Urbano	Suburbano	Rural	Carretera
<b>Pérdida de combinador (4:2 / 2:2)</b>	5,7 dB	5,7 dB	5,7 dB	5,7 dB	2,5 dB
<b>Pérdida en cable</b>	3,0 dB	3,0 dB	3,0 dB	3,0 dB	3,0 dB
<b>TMA instalado</b>	No	No	No	No	No
<b>Booster instalado</b>	No	No	No	No	No
<b>Altura antena de estaciones móviles</b>	1,5 m	1,5 m	1,5 m	1,5 m	1,5 m

**Tabla 5: "Otros parámetros del presupuesto de enlace [8].**



	Urbano denso (indoor)	Urbano (indoor)	Suburbano (indoor)	Rural (indoor)	Rural (outdoor)
Sensibilidad RX	-102 dBm	-102 dBm	-102 dBm	-102 dBm	-102 dBm
Pérdida en interiores / en vehículos	20 dB	16 dB	12 dB	6 dB	0 dB
Pérdida por obstaculización (cuerpo)	3 dB	3 dB	3 dB	3 dB	3 dB
Margen de degradación de sensibilidad en RX (inherente al transmisor)	0	0	0	2	2
Margen de degradación debida a interferencias (C/I)	3 dB	3 dB	3 dB	3 dB	3 dB
Margen de desvanecimiento a largo plazo	10,2 dB	10,2 dB	5,6 dB	2,5 dB	2,5 dB
Desequilibrio de vía (DL – UL)	-2,7 dB	-2,7 dB	-2,7 dB	-2,7 dB	-2,7 dB
Nivel de Cobertura	-68,5 dB	-72,5 dB	-81,1 dB	-88,2 dB	-94,2 dB

. **Tabla 6: "Visión general de cobertura [8].**

	$X \geq -65$ dBm	Urbano Denso (indoor)
	$-65$ dBm $> x \geq -69$ dBm	Urbano (indoor)
	$-69$ dBm $> x \geq -78$ dBm	Suburbano (indoor)
	$-78$ dBm $> x \geq -86$ dBm	Carretera(incar) & Rural (indoor)
	$-86$ dBm $> x \geq -92$ dBm	Rural (outdoor)

**Tabla 7: "Cobertura por tipo de Clutter [8].**

De acuerdo con las Tablas anteriores 6 y 7, los niveles de cobertura por clutter se deben cumplir en la planeación de cobertura de la red , estos datos de diseño son los que se van a utilizar en la herramienta de predicción Genex.

### 1.5 Ubicación de Punto Nominal

La ubicación del punto nominal se determinará teniendo en cuenta una serie de factores, identificando en primera medida los puntos sensibles del área donde se quiere mejorar la cobertura y además limitaciones físicas tales como perfil del terreno en el área establecida, tipo de Clutter, posibles obstáculos en el área desde el punto de vista de RF pero principalmente el objetivo de cobertura. En este caso será necesario ubicar dos para cumplir con el objetivo de cobertura, a continuación en la Figura 1.3, se muestran las coordenadas de los puntos nominales y en la Tabla 8, se muestra la distribución del lugar.

#### 1ª Ubicación

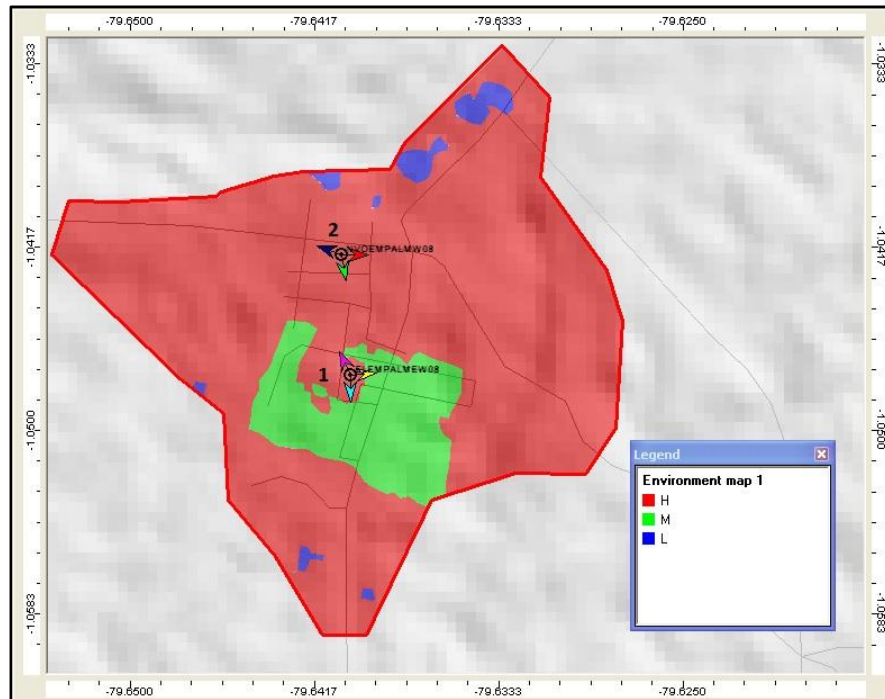
**Longitud:** - 79,64°

**Latitud:** -1,04747°

#### 2ª Ubicación

**Longitud:** -79,640444°

**Latitud:** -1,042°



**Figura 1.3: Ubicación de puntos Nominales.**

Num	Site	Site ID	Propagation model
1	EL EMPALME	15300	Suburban
2	NVOEMPALME	15310	Urban

**Tabla 8: Tipos de Clutter.**

## 1.6 Configuración de la estación

### 1.6.1 Antena

En la Tabla 9 y 10, se muestran los parámetros de las antenas RFS de polarización dual recomendadas por "Rotrucorp [8], basándose en estudios anteriores sobre terrenos similares:

Gain (dBi)	16.5
Pattern Electrical Tilt (°)	0°-10°
Beam width	66

**Tabla 9: "Antena RFS APXV86-906516 [9].**

Gain(dBi)	15
Pattern Electrical Tilt (°)	0°-10°
Beam width	88

**Tabla10: "AntenaRFS APXV86-909014 [10].**

La configuración final que se propone se observa en las Tablas 11, 12 y 13 :

Site ID	NobeB name	# of sectors	NodeB Type	Cell Name	Cluster
13500	ELEMPALMEW08	3	NodoB_F	ELEMPALMEX	1
13500	ELEMPALMEW08	3	NodoB_F	ELEMPALMEY	1
13500	ELEMPALMEW08	3	NodoB_F	ELEMPALMEZ	1
13510	NVOEMPALMW08	3	NodoB_F	NVOEMPALMX	1
13510	NVOEMPALMW08	3	NodoB_F	NVOEMPALMY	1
13510	NVOEMPALMW08	3	NodoB_F	NVOEMPALMZ	1

**Tabla 11: Nombre de los NodosB.**

Cell Name	Longitude	Latitude	Cell ID	Uplink Carrier frequency (MHZ)	Downlink Carrier frequency (MHZ)
ELEMPALMEX	-79,64°	-1,04747°	13507	4162	4387
ELEMPALMEY	-79,64°	-1,04747°	13508	4162	4387
ELEMPALMEZ	-79,64°	-1,04747°	13509	4162	4387
NVOEMPALMX	-79,640444°	-1,042°	13517	4162	4387
NVOEMPALMY	-79,640444°	-1,042°	13518	4162	4387
NVOEMPALMZ	-79,640444°	-1,042°	13519	4162	4387

**Tabla 12: Ubicación de los NodosB.**

Cell Name	Antenna type	Azimuth (°)	Antenna Height (m)	Horizontal half-power angle (°)	Vertical half-power angle (°)
ELEMPALMEX	RFS APXV86-906516	85	28	66	8
ELEMPALMEY	RFS APXV86-906516	180	30	66	8
ELEMPALMEZ	RFS APXV86-909014	335	22	88	9,5
NVOEMPALMX	RFS APXV86-906516	90	25	66	8
NVOEMPALMY	RFS APXV86-906516	170	25	66	8
NVOEMPALMZ	RFS APXV86-906516	290	25	66	8

**Tabla 13: Azimuth de los NodosB.**

### 1.6.2 Modelo de Propagación(ASSET Standard MacroCell)

Los valores de K del área Urbana y Suburbana presentados en la Tabla 14, han sido calibrados por "Rotrucorp [8] usando datos 2G DT y son los que se van a usar en el cantón El Empalme.

K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
167,16	57,3	-2,93	0	-12,95	-6,26	0,16

**Tabla 14: "Modelo de Propagación [8].**

### 1.6.3 Parámetros de Entrada

Los parámetros de la celda se muestran en la Tabla 15:

UMTS Cell Parameters	
Max Transmit Power (dBm)	43
Pilot Power (dBm)	33.8

Max UL Load Factor (%)	50
Max R99 DL Load Factor/HSDPA (%)	75/90
Other CCH Power (dBm)	33.52
SCH Power (dBm)	21.8
UE Category	6
Max Code Resource	15
Frequency Band (MHz)	850
GOS (%)	2

**Tabla 15: Parámetros de Celda.**

#### 1.6.4 Modelo de Tráfico

En la Tabla 16, se observan los servicios que se proveen para el dominio CS, el valor de tráfico viene dado en Erlangs. En el caso de los servicios para el dominio PS los valores se medirán en kbps. Y en la Tabla 17 se observa la densidad de subscriptores.

<b>EL EMPALME</b>			
<b>Service type</b>	<b>Bearer</b>	<b>UL</b>	<b>DL</b>
Voice	AMR12.2K (Erl)	0.011	0.011
Video Call	CS64K(Erl)	0.0015	0.0015
Streaming,	PS64(kbps)	15	89
Interactive	PS128(kbps)	19	25
Background	PS384(kbps)	30	460
	HSDPA(kbps)	50	

**Tabla 16: "Tipos de Servicio [8].**

<b>Scenario</b>	<b>Density(per square kilometer)</b>
High traffic	269
Medium traffic	39
Low traffic	7

**Tabla 17: Densidad de suscritos.**

## CAPÍTULO 2

### 2. RESULTADOS OBTENIDOS

#### 2.1 Predicciones de Cobertura

##### 2.1.1 Área de Cobertura

Todas las predicciones de GENEX de cobertura incluyendo RSCP y  $E_c/I_0$  son calculados con el 75% de probabilidad de cobertura limite. Acorde a la guía de línea, el 75% de probabilidad de cobertura limite equivaldría al 90% de probabilidad de cobertura en una área urbana densa "WCDMA RNP [11].

##### 2.1.2 Predicción RSCP

La definición de los niveles de señal acorde a la guía de línea se muestran en la Tabla 18.

RSCP (dBm)	Label
$\geq -65$ dBm	Excellent

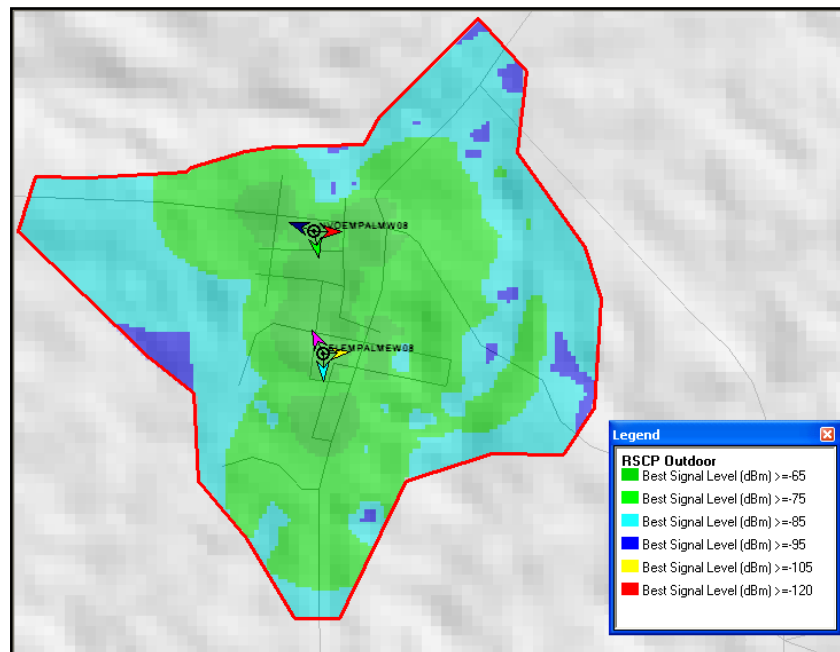


-75dBm ~ -65dBm	Very Good
-85dBm ~ -75dBm	Good
-95dBm ~ -85dBm	Fair
-105dBm ~ -95dBm	Poor
<= -105dBm	Not Good

**Tabla 18: Predicción RSCP.**

### 2.1.3 Distribución RSCP

En la Figura 2.1, y en la Tabla 19 se muestra la distribución RSCP para el cantón El Empalme sin considerar cobertura indoor.



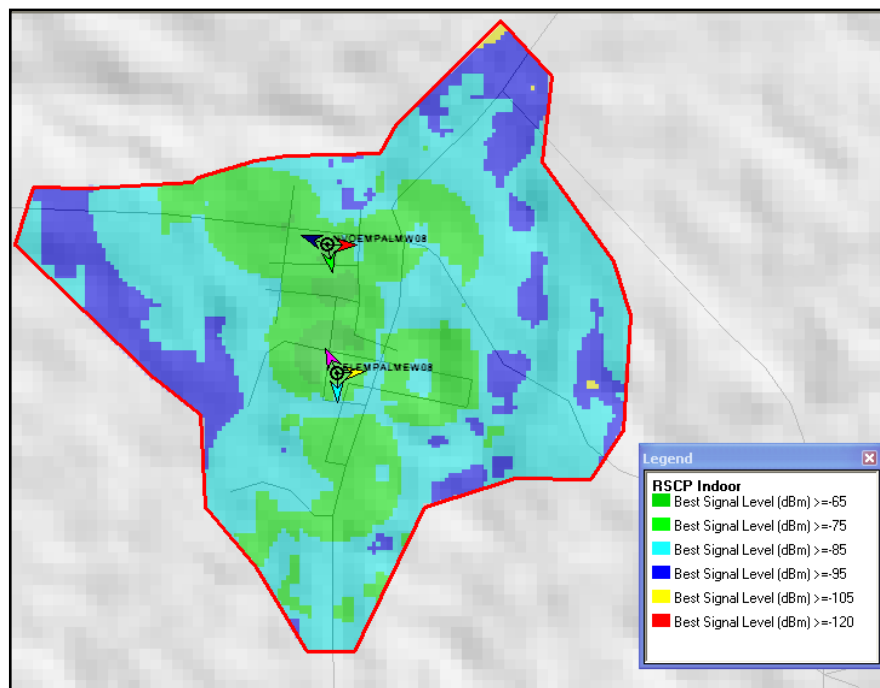
**Figura 2.1: Distribución RSCP.**

Signal Level	Surface (km2)	% Computation Zone
<b>Total</b>	4.3384	100

<b>Best signal level (dBm) <math>\geq -65</math></b>	0.532	12.3
<b>Best signal level (dBm) <math>\geq -75</math></b>	2.3484	54.3
<b>Best signal level (dBm) <math>\geq -85</math></b>	4.188	96.8
<b>Best signal level (dBm) <math>\geq -95</math></b>	4.3384	100
<b>Best signal level (dBm) <math>\geq -105</math></b>	4.3384	100
<b>Best signal level (dBm) <math>\geq -120</math></b>	4.3384	100

**Tabla 19: Distribución RSCP.**

En la Figura 2.2, y en la Tabla 20, se muestra la distribución RSCP para el cantón El Empalme considerando cobertura indoor.



**Figura 2.2: Distribución RSCP indoor.**

Signal Level	Surface (km2)	% computation zone
Total	4.3384	100
Best signal level (dBm) $\geq -65$	0.0972	2.2
Best signal level (dBm) $\geq -75$	1.2604	29.1
Best signal level (dBm) $\geq -85$	3.5812	82.7
Best signal level (dBm) $\geq -95$	4.328	100
Best signal level (dBm) $\geq -105$	4.3384	100
Best signal level (dBm) $\geq -120$	4.3384	100

**Tabla 20: Distribución RSCP indoor.**

Observando estos valores nos damos cuenta que la cobertura de El Empalme es buena, incluso considerando cobertura indoor.

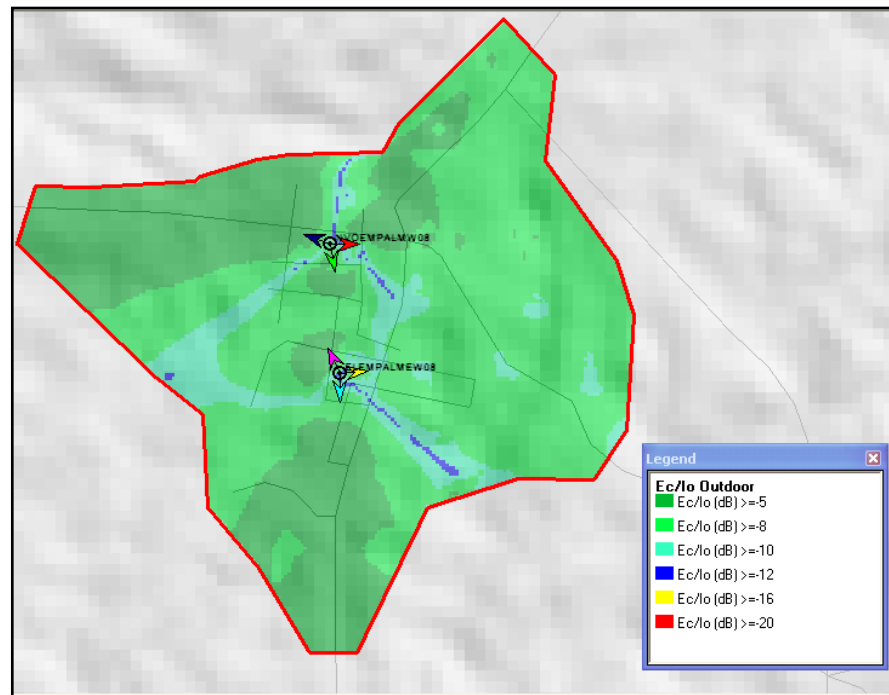
#### 2.1.4 Predicción Ec/Io

La definición de Ec/Io de acuerdo a la guía de línea se muestran en la Tabla 21. Para Ec/Io la predicción es resultado de 100 simulaciones del modelo de tráfico.

Ec/Io (dB)	Label
$\geq -5$ dB	Excellent
-8dB ~ -5dB	Very Good
-12dB ~ -8-dB	Fair
-16dB ~ -12dB	Poor
<-16dB	Not Good

**Tabla 21: Predicción Ec/Io.**

En la Figura 2.3, y en la Tabla 22, se muestra la distribución Ec/lo para el cantón El Empalme sin considerar cobertura indoor.



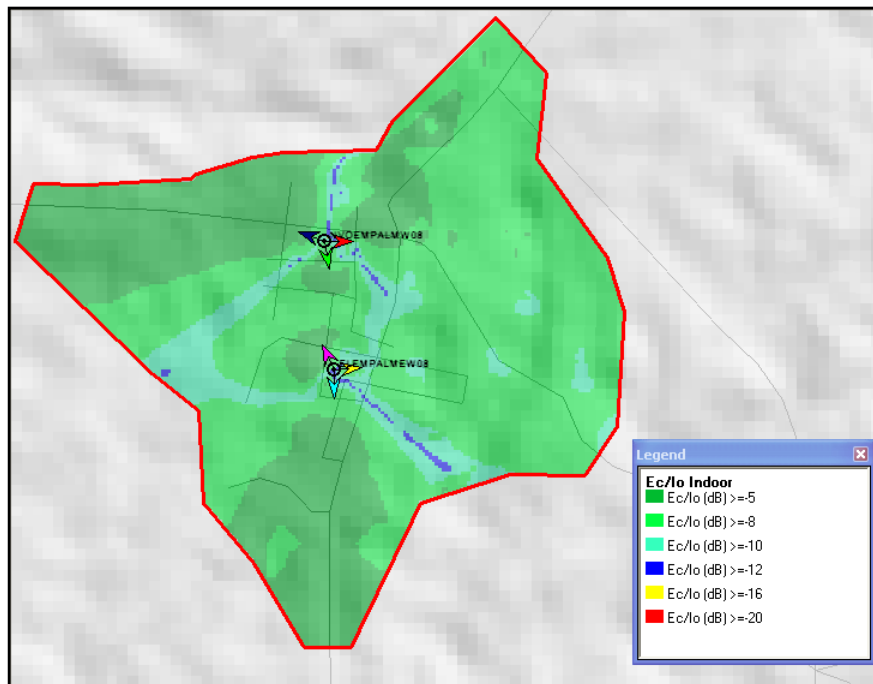
**Figura 2.3: Distribución Ec/lo.**

Signal Level	Surface (km2)	% Computation Zone
Total	4.3301	100
Ec/lo (dB) >=-5	1.4301	33
Ec/lo (dB) >=-8	3.9006	90.1
Ec/lo (dB) >=-10	4.3074	99.5

Ec/lo (dB) >=-12	<b>4.3299</b>	<b>100</b>
Ec/lo (dB) >=-16	<b>4.3301</b>	<b>100</b>
Ec/lo (dB) >=-20	<b>4.3301</b>	<b>100</b>

**Tabla 22: Distribución Ec/lo.**

En la Figura 2.4, y en la Tabla 23, se muestra la distribución Ec/lo para el cantón El Empalme considerando cobertura indoor.



**Figura 2.4: Distribución Ec/lo indoor.**

<b>Signal Level</b>	<b>Surface (km2)</b>	<b>% computation zone</b>
Total	<b>4.3301</b>	<b>100</b>
Ec/Io (dB) >=-5	<b>1.4206</b>	<b>32.8</b>
Ec/Io (dB) >=-8	<b>3.8963</b>	<b>90</b>
Ec/Io (dB) >=-10	<b>4.3074</b>	<b>99.5</b>
Ec/Io (dB) >=-12	<b>4.3299</b>	<b>100</b>
Ec/Io (dB) >=-16	<b>4.3301</b>	<b>100</b>
Ec/Io (dB) >=-20	<b>4.3301</b>	<b>100</b>

**Tabla 23: Distribución Ec/Io indoor.**

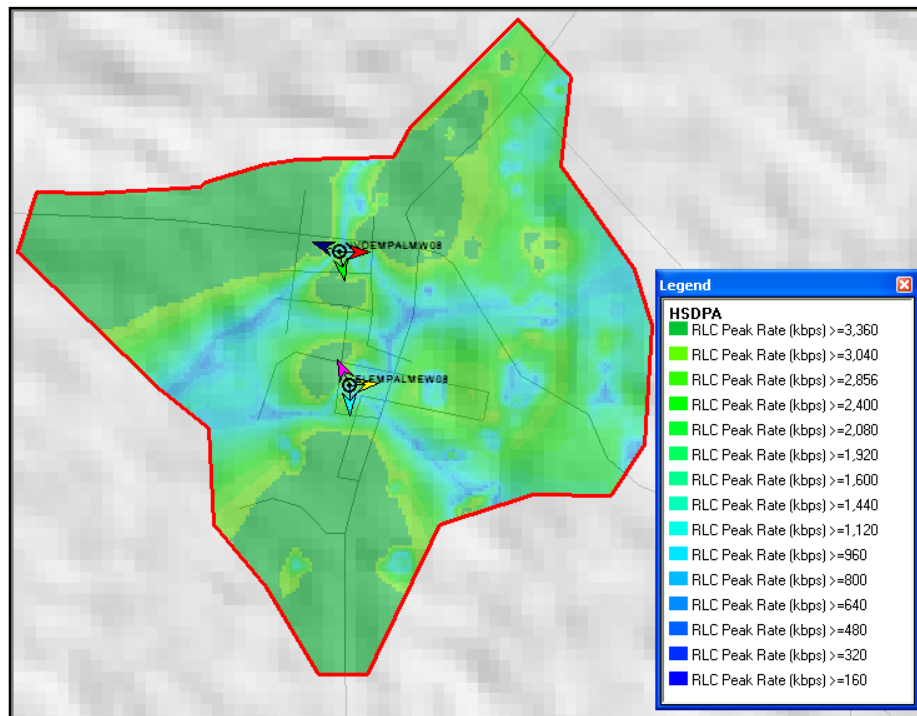
Debido a que el tráfico no es muy alto y la distribución RSCP es buena entonces la distribución Ec/Io será buena también.

### **2.1.5 Predicción de tasa pico HSDPA**

La predicción de tasa pico HSDPA, indica la capacidad de la red y el máximo rendimiento celular. La tasa de rendimiento pico HSDPA guarda estrecha relación con la calidad de señal, código fuente, potencia asignada, modelo de tráfico, etc. En la Tabla 24 y en la Figura 2.5, se muestran los valores de esta simulación, y se puede observar que después del análisis realizado, los parámetros del presupuesto de enlace, la ubicación de los nodosB, los azimuth de las antenas, etc. Hemos conseguido una alta tasa de transmisión en las zonas propuestas.

<b>Peak Throughput</b>	<b>Area (Km2)</b>	<b>% Computation Zone</b>
<b>Total</b>	4.3301	100
<b>RLC Peak Rate (kbps) &gt;=3,360</b>	1.5581	36
<b>RLC Peak Rate (kbps) &gt;=3,040</b>	1.8533	42.8
<b>RLC Peak Rate (kbps) &gt;=2,856</b>	2.2176	51.2
<b>RLC Peak Rate (kbps) &gt;=2,400</b>	2.549	58.9
<b>RLC Peak Rate (kbps) &gt;=2,080</b>	2.948	68.1
<b>RLC Peak Rate (kbps) &gt;=1,920</b>	3.2537	75.2
<b>RLC Peak Rate (kbps) &gt;=1,600</b>	3.5248	81.4
<b>RLC Peak Rate (kbps) &gt;=1,440</b>	3.7687	87.1
<b>RLC Peak Rate (kbps) &gt;=1,120</b>	4.0356	93.2
<b>RLC Peak Rate (kbps) &gt;=960</b>	4.2426	98
<b>RLC Peak Rate (kbps) &gt;=800</b>	4.318	99.8
<b>RLC Peak Rate (kbps) &gt;=640</b>	4.3301	100
<b>RLC Peak Rate (kbps) &gt;=480</b>	4.3301	100
<b>RLC Peak Rate (kbps) &gt;=320</b>	4.3301	100
<b>RLC Peak Rate (kbps) &gt;=160</b>	4.3301	100

**Tabla 24: Tasa pico HSDPA.**



**Figura 2.5: Tasa pico HSDPA.**

### 2.1.6 Resultados Finales

- Con el diseño de estos 2 NodosB para la ciudad de El Empalme se obtuvo como resultado el integrar a la Red 3G nuevos abonados que se registren y queden bajo cobertura WCDMA, a fin de que puedan gozar de las múltiples bondades que ofrecen las redes de tercera generación como tener nuevos y mejores servicios en el teléfono Móvil o Smartphone.
- El usuario final podrá contar con conexión a Internet y disfrutar de velocidades comparables a la banda ancha convencional haciendo uso



de las "tecnologías 3G HSPA que pueden llegar a picos de 1,8 Mbps, 3,6 Mbps o 7,2 Mbps en descargas [5].

- Con un Smartphone 3G, se podrá tener acceso a emails y navegar por la web con mucha más velocidad; en el dispositivo la tecnología 3G provocara que las descargas de archivos (juegos, música, videos, etc.) sean mucho más rápidas así como la posibilidad de realizar video-llamadas y estar conectado a las redes sociales.
- Un ejemplo práctico es que las personas con deficiencia auditiva podrán comunicarse mediante señas utilizando la Video-Llamada.
- Implementar un nodo tiene un costo actual de \$ 40.000, así que la inversión necesaria para implementar esta solución de cobertura tendría un valor de \$ 80.000 aproximadamente.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones

1. Para las predicciones en El Empalme se usó información provista por "Rotrucorp [8] y se lo hizo sobre el polígono de cobertura sugerida por Huawei "WCDMA RNP [11].
2. La implementación en el sitio propuesto cumpliría con los objetivos previamente acordados. La predicción de los sitios para los nuevos nodos B se realizaron en base a la Información obtenida de la visita del sitio.
3. Los azimut fueron definidos en base a la visita previa, realizada conjuntamente con los Ingenieros en el sitio donde se tuvo una apreciación real de los objetivos principales a cubrir.

## Recomendaciones

1. Una vez encendidos los NodosB se recomienda realizar las respectivas pruebas de verificación conocido como el proceso de SSV “Single Site Verification” para probar los servicios de Voz, Video llamada y throughput de cada celda antes de poner el sitio en comercial.
2. Completar la integración de los sitios con el proceso de ajuste inicial tanto en la parametrización física como lógica de los nodosB, proceso conocido como “Drive Test” alrededor de las celdas y con esto obtener el mapa de las zonas de buena, media y baja cobertura donde se garantizarían los servicios de 3G Voz y Datos, así como encontrar las diferentes zonas de excepción donde potencialmente se recomendarían nuevos sitios ya sea por cobertura, calidad o tráfico que dependerían del incremento de abonados en la Ciudad.
3. Monitorear los KPI’s de la red 3G una vez implementada en la ciudad de El Empalme a fin de tener datos estadísticos veraces y precisos, con esto se obtendría el mejor performance de los indicadores para garantizar la mejor calidad de servicio y experiencia de usuario finales.
4. Todo el proceso desarrollado en este informe se puede aplicar en la mayoría de sectores del País, ya que casi siempre se presenta el mismo escenario, implementar esta tecnología lograra que mas usuarios puedan disfrutar de las bondades y servicios de la telefonía 3G.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] Universal Mobile Telecommunications System,  
[http://es.wikipedia.org/wiki/Universal\\_Mobile\\_Telecommunications\\_System](http://es.wikipedia.org/wiki/Universal_Mobile_Telecommunications_System) ,  
fecha de consulta enero 2015
- [2] Wideband Code Division Multiple Access,  
[http://es.wikipedia.org/wiki/Wideband\\_Code\\_Division\\_Multiple\\_Access](http://es.wikipedia.org/wiki/Wideband_Code_Division_Multiple_Access) ,  
fecha de consulta enero 2015
- [3] Link Budget,  
<http://redesaccesomichelle.blogspot.com/2011/07/link-budget.html> ,  
fecha de consulta enero 2015
- [4] Red de Acceso Radio Terrestre UMTS(UTRAN)  
<http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/11901/fichero/capitulo3.pdf>  
fecha de consulta enero 2015
- [5] HSPA: High-Speed Packet Acces  
[http://es.wikipedia.org/wiki/High-Speed\\_Packet\\_Access](http://es.wikipedia.org/wiki/High-Speed_Packet_Access) ,  
fecha de consulta enero 2015
- [6] Mobilecomms-Technology.com  
<http://www.mobilecomms-technology.com/projects/emtel/emtel1.html> ,  
fecha de consulta enero 2015
- [7] Redes de Acceso, Link Budget  
<http://redesaccesomichelle.blogspot.com/2011/07/link-budget.html>,  
fecha de consulta enero 2015
- [8] Rotrucorp, Link Budget Ecuador, Rotrucorp, 2014
- [9] Antena RFS APXV86-906516  
<http://www.rfsworld.com/userfiles/pdf/apxv86-906516-c.pdf>  
fecha de consulta enero 2015
- [10] Antena RFS APXV86-909014  
<https://www.hol4g.com/ac/product.aspx?number=CLW-APXV86-909014-C&p=208937&sc=0>  
fecha de consulta enero 2015
- [11] WCDMA RNP V100R001, Design and Specifications, Huawei, 2002.

## ANEXOS

WCDMA RNP V100R001  
[HUAWEI, solo para uso interno](#)  
fecha de consulta enero 2015

Ecuador Link Budget  
[Rotucorp, solo para uso interno](#)  
fecha de consulta enero 2015