

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR



FACULTAD DE INGENIERÍA

MAESTRÍA EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN

TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE MÁSTER EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN MENCION REDES DE COMUNICACIONES

Propuesta Metodológica y Tecnológica Avanzada (TESIS)

TEMA:

“Estudio de factibilidad para la implementación de la Tecnología LTE en la Banda de 700 MHz como complemento a la Banda de 2100 MHz para mejorar el Servicio de Internet Inalámbrico en la Zona Norte de la Ciudad de Quito”.

AUTOR: Diego Armando Molina Puma, Ing.

DIRECTOR: Daniel Patricio Nicolalde Rodríguez, Ing., MSc.

Quito - 2020

DEDICATORIA

Para mí es muy agradable llegar a culminar otra etapa de preparación profesional, la cual ha estado conformada de grandes aprendizajes y perseverancia por alcanzar el objetivo planteado. Este logro es dedicado a Mi Padre y a toda mi Familia por la motivación que siempre me dan para seguir adelante, cumpliendo mis metas.

AGRADECIMIENTO

Este logro fue posible gracias al aprendizaje recibido por los distinguidos docentes de la PUCE y en especial gracias al gentil apoyo e incondicional de mi Director de Tesis Daniel Patricio Nicolalde Rodríguez, por su tiempo, paciencia y guía en mi proyecto de titulación.

Al personal de la CNT EP, por el apoyo brindado en especial al Ing. Santiago Cabezas.

CONTENIDO

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
CONTENIDO	IV
ÍNDICE FIGURAS.....	VII
ÍNDICE DE TABLAS.....	IX
INDICE DE ANEXOS.....	X
LISTA DE ABREVIATURAS Y SÍMBOLOS.....	XI
ABREVIATURAS	XI
SÍMBOLOS	XII
RESUMEN.....	XIII
INTRODUCCIÓN.....	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
JUSTIFICACIÓN.....	3
OBJETIVOS	4
Objetivo general	4
Objetivos específicos	4
CAPÍTULO I.....	5
1. Marco Teórico	5
1.1. Tecnología LTE	5
1.1.1. Características de la Tecnología LTE	5
1.1.2. Arquitectura de la Tecnología LTE.....	6
1.1.3. Equipo de Usuario UE (User Equipment).....	7
1.1.4. Red de Acceso E-UTRAN (Evolved Radio Access Network)	7
1.1.5. Red Troncal EPC (Evolved Packet Core)	8
1.2. Bandas de operación de la tecnología LTE.....	9
1.2.1. Banda de 700 MHz.....	11
1.2.2. Características de la Banda de 700 MHz.....	12
1.3. Técnicas de Duplexado FDD y TDD	14
1.4. Multiplexación en LTE	15
1.4.1. OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access)	15
1.4.2. SC- FDMA (Single Carrier - Frequency Division Multiple Access).....	16
1.5. Radiobase	16
1.5.1. Elementos de una Radiobase.....	16
1.5.2. Tipos de Radiobase.....	17

1.6.	Celdas	18
1.7.	Clúster	19
1.8.	Antenas MIMO LTE	19
1.8.1.	Importantes Técnicas MIMO	20
1.9.	Modelos de propagación.....	21
1.9.1.	Modelo de propagación Okumura-Hata	22
1.9.2.	Modelo de propagación Cost-Hata	23
1.10.	Servicio Móvil Avanzado (SMA) en el Ecuador.....	25
1.10.1.	Asignación del espectro del Servicio Móvil Avanzado (SMA) en el Ecuador 25	
CAPÍTULO II.....		28
2.	Análisis de cobertura de la red LTE en la banda de 2100 MHZ (AWS) de la operadora CNT en la Zona Norte de la ciudad de Quito.	28
2.1.	Descripción del escenario de estudio	28
2.2.	Radiobases LTE de la operadora CNT en la zona de Estudio.	29
2.3.	Drive Test en la cobertura de la banda de 2100 MHZ (AWS)	32
2.4.	Funcionalidades y requerimientos técnicos para la implementación de la Tecnología LTE en la banda de 700 MHz	38
CAPÍTULO III.....		42
3.	Análisis comparativo de la cobertura entre la implementación actual LTE en la banda de 2100 MHz y con el complemento en la banda de 700 MHz en la Zona Norte de la ciudad de Quito	42
3.1.	Software de diseño, optimización y predicción Atoll	42
3.2.	Parámetros para la cobertura de LTE en la banda 2100 MHz en la Zona Norte de la ciudad de Quito.....	46
3.2.1.	Estado de cobertura del Clúster 1.....	50
3.2.2.	Estado de cobertura del Clúster 2.....	52
3.2.3.	Estado de cobertura del Clúster 3.....	54
3.3.	Parámetros para las predicciones de cobertura en la Banda de 700 MHz en la Zona Norte de la ciudad de Quito.	56
3.3.1.	Predicción de cobertura LTE en el Clúster 1 con complemento de la nueva Banda de 700 MHz.....	62
3.3.2.	Predicción de cobertura LTE en el Clúster 2 con complemento de la nueva Banda de 700 MHz.....	64
3.3.3.	Predicción de cobertura LTE en el Clúster 3 con complemento de la nueva Banda de 700 MHz.....	66
3.4.	Evaluación del estado de cobertura de la implementación actual LTE en la banda de 2100 MHz vs la predicción de cobertura con el complemento en la banda de 700 MHz en la Zona Norte de la ciudad de Quito.....	68

3.5. Análisis de factibilidad económica de la implementación de la Tecnología LTE en la banda de 700 MHz en la Zona Norte de la ciudad de Quito.	74
CAPÍTULO IV	78
4.1. Conclusiones	78
4.2. Recomendación.....	79
Anexos	80
Bibliografía.....	103

ÍNDICE FIGURAS

Figura 1.- Esquema general de la arquitectura del sistema LTE	6
Figura 2.- Esquema del equipo de usuario (UE)	7
Figura 3.- Esquema de la red de Acceso E-UTRAN.....	8
Figura 4.- Esquema del EPC (Evolved Packet Core)	8
Figura 5.- Segmentaciones de la Banda de 700 MHz	11
Figura 6.- Comparación de cobertura para diferentes bandas	13
Figura 7.- Estaciones base de acuerdo con la banda que operan.....	13
Figura 8.- Métodos FDD y TDD	14
Figura 9.- Esquema de la Modulación OFDM	15
Figura 10.- Esquema del OFDMA representada en el Dominio del Tiempo y Frecuencia	15
Figura 11.- Esquema del SC- FDMA representada en el Dominio del Tiempo y Frecuencia.....	16
Figura 12.-Esquema general de una Radiobase	17
Figura 13.- Esquema general de las celdas	18
Figura 14.- Clúster de una red Celular	19
Figura 15.-Funcionamiento de la técnica MIMO.....	20
Figura 16.- Esquema del Beamforming.....	21
Figura 17.- Trayectoria de la señal emitida del Transmisor hacia el Receptor.....	21
Figura 18.- Modelo gráfico de la Propagación Okumura	22
Figura 19.- Representación gráfica de la Trayectoria de la señal Modelo Cost – Hata....	23
Figura 20.- Canalización y asignación de bandas de frecuencia del SMA.....	25
Figura 21.- Ancho de Banda Concesionado SMA.....	27
Figura 22.- Parroquias urbanas de la ciudad de Quito	28
Figura 23.- Ubicación de las radiobases de LTE del clúster 1	31
Figura 24.- Ubicación de las radiobases de LTE del clúster 2.....	31
Figura 25.- Ubicación de las radiobases de LTE del clúster 3.....	32
Figura 26.- Interfaz de la aplicación G-NETTRACK LITE	33
Figura 27 .- Selección de radiobases LTE a través del RSRP	33
Figura 28.- Cobertura del RSRP para LTE.....	34
Figura 29.- Drive Test de la Zona de Estudio: a) Clúster 1 b) Clúster 2 c) Clúster 3.....	35
Figura 30 .- Representación estadística de cobertura LTE para clúster 1: a) Porcentaje de los Indicadores b) Porcentaje de los dBm	36
Figura 31.- Representación estadística de cobertura LTE para clúster 2: c) Porcentaje de los Indicadores d) Porcentaje de los dBm	37
Figura 32.- Representación estadística de cobertura LTE para clúster 3: e) Porcentaje de los Indicadores f) Porcentaje de los dBm	37
Figura 33.- Diagrama general de la instalación de las radiobases existentes a nivel de conexión de equipos e infraestructura	38
Figura 34.- Esquema general para la implementación de la solución de la tecnología LTE 700 MHz.....	40
Figura 35.- Área geográfica de la Zona Norte de la ciudad de Quito.....	42
Figura 36.- Interfaz gráfica de usuario del Software Atoll	43
Figura 37.- Flujo del proceso de creación de un proyecto en el software ATOLL.....	44
Figura 38.- Predicción de cobertura del nivel de la señal en el software Atoll de una red existente	45
Figura 39.- Mapa Cartográfico de Zona Norte de la Cuidad de Quito.....	46
Figura 40.- Ubicación de sitios del Clúster 1 en el Software Atoll.....	47

Figura 41.- Ubicación de sitios del Clúster 2 en el Software Atoll.....	47
Figura 42.- Ubicación de sitios del Clúster 3 en el Software Atoll.....	48
Figura 43.- Predicciones de cobertura del clúster 1, en la banda 2100 MHZ, mediante el software Atoll.....	50
Figura 44.- Histograma de la cobertura del Clúster 1.....	51
Figura 45.- Cobertura del Clúster 1 adaptado al mapa cartográfico de Google Earth.....	51
Figura 46.- Predicciones de cobertura del clúster 2, en la banda 2100 MHZ, mediante el software Atoll.....	52
Figura 47.- Histograma de la cobertura del Clúster 2.....	53
Figura 48.- Cobertura del Clúster 2 adaptado al mapa cartográfico de Google Earth.....	53
Figura 49.- Predicciones de cobertura del clúster 3, en la banda 2100 MHZ, mediante el software Atoll.....	54
Figura 50.- Histograma de la cobertura del Clúster 3.....	55
Figura 51.- Cobertura del Clúster 3 adaptado al mapa cartográfico de Google Earth.....	55
Figura 52.- Cronograma del Apagón Analógico en el Ecuador.....	56
Figura 54.- Predicciones de cobertura del clúster 1, en la banda 700 MHZ, mediante el software Atoll.....	62
Figura 55.- Histograma de la cobertura del Clúster 1, en complemento con la Banda de 700 MHz.....	63
Figura 56.- Cobertura del Clúster 1, en complemento con la Banda de 700 MHz, en Google Earth.....	63
Figura 57.- Predicciones de cobertura del clúster 2, en la banda 700 MHZ, mediante el software Atoll.....	64
Figura 58.- Histograma de la cobertura del Clúster 2, en complemento con la Banda de 700 MHz.....	65
Figura 59.- Cobertura del Clúster 2, en complemento con la Banda de 700 MHz, en Google Earth.....	65
Figura 60.- Predicciones de cobertura del clúster 3, en la banda 700 MHZ, mediante el software Atoll.....	66
Figura 61.- Histograma de la cobertura del Clúster 3, en complemento con la Banda de 700 MHz.....	67
Figura 62.- Cobertura del Clúster 3, en complemento con la Banda de 700 MHz, en Google Earth.....	67
Figura 63.- Estado de Cobertura en la banda de 2100 MHz de la Zona Norte de la Ciudad de la Quito.....	68
Figura 64.- Predicción de Cobertura de la banda de 2100 MHz en complemento con la Banda de 700 MHz en la Zona Norte de la Ciudad de la Quito.....	69
Figura 65.- Histograma comparativo de las bandas 2100 MHz y con el complemento en la banda 700 MHz del clúster 1.....	70
Figura 66.- Histograma comparativo de las bandas 2100 MHz y con el complemento en la banda 700 MHz del clúster 2.....	71
Figura 67.- Histograma comparativo de las bandas 2100 MHz y con el complemento en la banda 700 MHz del clúster 3.....	72
Figura 68.- Esquema general del Mobile Backhaul.....	73
Figura 69.- Impacto del presupuesto proyectado de la implementación LTE en la banda 700 MHz vs Presupuesto aprobado CNT E.P.....	76

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Entidades de una EPC.....	9
Tabla 2	Bandas de frecuencias para la tecnología LTE	10
Tabla 3	Canalización de la Asia-Pacífico (APT 700) en América Latina.....	12
Tabla 4	Clasificación de las celdas	18
Tabla 5	Ancho de Banda Concesionado.....	26
Tabla 6	Parroquias de la Zona Norte de Quito	29
Tabla 7	Número de radiobases por Clústers de las parroquias de la Zona Norte de Quito	30
Tabla 8	Clasificación descriptiva del RSRP	34
Tabla 9	Porcentajes actuales de los indicadores de la señal RSRP de cobertura de la red LTE de la operadora móvil CNT E.P para el área de estudio.....	36
Tabla 10	Datos generales de la Red LTE en la Banda del 2100 MHz.....	49
Tabla 11	Datos de cobertura Clúster 1 Banda 2100 MHz	51
Tabla 12	Datos de cobertura Clúster 2 Banda 2100 MHz	53
Tabla 13	Datos de cobertura Clúster 3 Banda 2100 MHz	55
Tabla 14	Distribución de frecuencias de la Banda de 700 MHz	57
Tabla 15	Parámetros para el modelo de propagación en la Zona de Estudio	57
Tabla 16	Área Total de la Zona de Estudio	59
Tabla 17	Distribución de Radiobases en la Banda en la banda de 700 MHz	59
Tabla 18	Radiobases a implementar en banda de 700 MHz.....	60
Tabla 19	Parámetros Técnicos para la implementación del LTE en banda de 700 MHz.....	61
Tabla 20	Datos de cobertura Clúster 1 con el complemento en la Banda 700 MHz	63
Tabla 21	Datos de cobertura del Clúster 2 con el complemento en la Banda 700 MHz	65
Tabla 22	Datos de cobertura Clúster 3, con el complemento en la Banda 700 MHz	67
Tabla 23	Porcentajes de Cobertura en la banda 2100 MHz versus con el complemento en la banda 700 MHz Clúster 1	70
Tabla 24	71
Tabla 25	Porcentajes de Cobertura en la banda 2100 MHz con el complemento en la banda 700 MHz Clúster 3	72
Tabla 26	Presupuesto referencial de la infraestructura civil para el despliegue la tecnología LTE en la banda de 700 MHz	74
Tabla 27	75
Tabla 28	Presupuesto referencial del equipamiento para la tecnología LTE vendor ZTE en la banda de 700 MHz.....	77

INDICE DE ANEXOS

Anexo A.- Radiobase Clúster 1	80
Anexo B.- Radiobase Clúster 2	81
Anexo C.- Radiobase Clúster 3	82
Anexo D.- Reportes estadísticos Radiobases 1 LTE CNT E.P	84
Anexo E.- Reportes estadísticos Radiobases 2 LTE CNT E.P	89
Anexo F.-Link Budget LTE CNT E.P	94
Anexo G.- Configuración de transmisores y celdas Clúster 1	95
Anexo H.- Configuración de transmisores y celdas Clúster 2	96
Anexo I.- Configuración de transmisores y celdas Clúster 3	97
Anexo J.- Parámetros de la antena Andrew LNX-6515DS-VTM	99
Anexo K.- RBS LTE 700 Clúster 1	100
Anexo L.-RBS LTE 700 Clúster 2	101
Anexo M.- RBS LTE 700 Clúster 3	102

LISTA DE ABREVIATURAS Y SÍMBOLOS

ABREVIATURAS

CNT E.P: Corporación Nacional de Telecomunicaciones – Empresa Pública

ARCOTEL: Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones

OTECEL S.A: Operadora de Telefonía Celular – Subsidiaria de Telefónica España

LTE: Long Term Evolution

UIT: Unión Internacional de Telecomunicaciones

AWS: Advanced Wireless Services

4G: Cuarta generación

MVNO: Mobile Virtual Network Operator

3GPP R8: 3rd Generation Partnership Project – Release 8

OFDM: Orthogonal Frequency – Division Multiplexing

OFDMA: Orthogonal Frequency – Division Multiple Access

SC- FDMA: Single Carrier - Frequency Division Multiple Access

SMS: Short Message Service

GSM: System for Mobile Communications

UMTS: Universal Mobile Telecommunications System

IP: Internet Protocol

MIMO: Multiple Input - Multiple Output

UE: User Equipment

E-UTRAN: Evolved – UMTS Terrestrial Radio Access Network

EPC: Evolved Packet Core

SIM: Subscriber Identity Module

MME: Mobility Management Entity

SGW: Serving Gateway

PGW: Packet Data Network Gateway

HSS: Home Subscriber Server

PCRF: Policy and Charging Rules Function

APT: Telecomunidad Asia Pacífico

FDD: Frequency Division Duplex
TDD: Time Division Duplex
SMA: Servicio Móvil Avanzado
GPS: Global Positioning System
DCDU: Direct Current Distribution Unit
RRU: Remote Radio Unit
BBU: Base Band Unit
UBBP: Universal Baseband Processing Unit
UPEU: Universal Power and Environment Interface Unit
IP65: Ingress Protection 65
RSRP: Reference Signal Received Power
MINTEL: Ministerio de Telecomunicaciones

SÍMBOLOS

Km: Kilómetros
W: watt o vatio
MHz: Megahercio
ms: milisegundo
Mbps: Megabit por segundo
dBm: Decibelio-milivatio
AB: Ancho de Banda
AC: Corriente Alterna
Tx: Transmisión
Rx: Recepción
TM: Inclinación mecánica
TE: Inclinación eléctrica

RESUMEN

El presente proyecto evaluó la factibilidad de implementación de la tecnología LTE en la banda de 700 MHz para el operador de telefonía móvil CNT E.P en la Zona Norte de la Ciudad de Quito. Este operador actualmente ofrece el servicio de Internet Inalámbrico móvil en la banda de 2100 MHz. Con el fin de mejorar la cobertura en tal zona se aplicaron parámetros de diseño de radiofrecuencia para complementar el servicio actual con la nueva banda de 700 MHz.

Primeramente, se identificó el estado de cobertura actual dividiendo la zona en 3 clústers. Se aplicó la técnica del drive test usando la aplicación móvil G-NETTRACK LITE para cada clúster. Se detectó deficiencias de cobertura manifestadas en porcentajes bajos de indicador excelente del parámetro de Potencia de Recepción de Señal de Referencia (RSRP): 3% para el clúster 1, 2 % para el clúster 2 y 5 % para el clúster 3.

Posteriormente, se evaluó el desempeño en la banda actual de 2100 MHz y con el complemento futuro de 700 MHz utilizando el software de simulación de redes inalámbricas ATOLL. Se aplicaron los modelos de propagación empíricos Cost- Hata para la banda de 2100 MHz y Okumura- Hata para la banda de 700 MHz. Este último modelo determinó la distancia teórica de cobertura de una celda LTE en 700 MHz y número de radiobases necesarias, garantizando un nivel RSRP óptimo.

Las simulaciones predijeron notables mejorías de cobertura LTE con niveles de RSRP en el indicador excelente con el 60.80% para el clúster 1, el 63.21 % para el clúster 2 y del 68.02 % para el clúster 3.

Finalmente, se determinó que la factibilidad económica es favorable, permitiendo la implementación de la radiobases y reutilizando la infraestructura civil y equipamiento de las radiobases existente. Esta factibilidad económica mostró un bajo impacto del 7% comparando con el presupuesto asignado para la implementación de nuevas soluciones.

Palabras claves: Banda, 700 MHz, Tecnología, LTE, Cobertura, Radiobases, CNT E. P

INTRODUCCIÓN

El avance en las redes móviles ha permitido mejorar notablemente la manera de comunicarnos con internet móvil mediante el uso de aplicaciones o simplemente realizando llamadas de manera tradicional. Iniciando por las redes de análogas de primera generación hasta llegar a las redes digitales de cuarta generación y las futuras redes de quinta generación. De esta manera, las redes móviles siempre van a estar en constantes actualizaciones y mejora de servicios.

En el Ecuador, al inicio del 2014 la tecnología LTE empezó a operar. La Empresa Estatal CNT E.P. fue el que inauguró este servicio. Consecutivamente, para el año siguiente las Empresas OTECEL¹ y CONECEL², iniciaron las operaciones de la tecnología.(Arcotel, 2017).

CNT E.P. a partir del 2012 emprendió el camino a dejar de ser un MVNO (usaban la red de acceso de OTECEL), para ser dueño de su propia red de acceso. (Molineros, 2016)

Como líneas de negocio la Empresa Estatal ofrece los siguientes servicios de telecomunicaciones:

- Telefonía móvil: formada por servicios de voz y datos tanto a nivel prepago, pospago y corporativo.
- Telefonía fija: servicio tradicional de telefonía a nivel residencial y corporativo.
- Internet: nivel corporativo y residencial
- Televisión Digital: servicio satelital de televisión por suscripción. (Molineros, 2016)

CNT E.P. como empresa pública tiene la misión de proveer los servicios de telecomunicaciones con ofertas atractivas para que toda la población ecuatoriana pueda acceder a la información digital, reduciendo la brecha tecnológica que existe en la sociedad.

Actualmente la empresa Estatal invierte en proyectos de desarrollo tecnológico, como la migración de redes de cobre a fibra óptica para la mejora del internet Fijo, ampliación de cobertura en su red celular 3G y 4G, incrementos de salas en los Data Centers para los servicios de Cloud, despliegue territorial de Televisión Satelital, entre otros.

Al mismo tiempo, este estudio muestra los beneficios de realizar la implementación de la tecnología LTE, utilizando la banda de 700 MHz como una de las mejores soluciones tecnológicas para incrementar su capacidad de cobertura y ampliación del portafolio de servicios de telecomunicaciones de la Empresa CNT E.P.

¹OTECCEL S.A: subsidiaria de Telefónica España, es una organización que presta servicios de telecomunicaciones con la Marca MOVISTAR en el Ecuador.

² CONECEL SA: propiedad de América Móvil, es una Empresa de servicios de telecomunicaciones que opera con la Marca CLARO en el Ecuador.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La red celular de la tecnología LTE que opera la empresa estatal CNT E.P. en la Zona Norte de la ciudad de Quito, lo efectúa en la banda 2100 MHz para brindar el servicio de datos móviles.

Por lo tanto, la masificación de servicios como aplicaciones multimedia, videollamadas, redes sociales, compras on-line, transferencias bancarias, juegos en línea, email y la constante demanda por acceso a internet móvil usando en la red LTE ha provocado la disminución en la calidad del servicio ofrecida por la CNT E.P.

Otros factores u obstáculos tales como, hospitales, edificios, centros comerciales, entre otros, han contribuido para la disminución de la calidad de la señal. Todo esto sumado a la presencia de áreas donde no se dispone de cobertura LTE, complican el aumento de abonados de la red LTE.

De esta manera, en la actualidad se requieren nuevas alternativas para satisfacer las necesidades de los abonados con respecto a los servicios de internet inalámbrico en los dispositivos móviles.

JUSTIFICACIÓN

Considerando el creciente uso de datos móviles dentro de las edificaciones en las zonas urbanas e inclusive el incremento de demanda en zonas rurales, es necesario implementar nuevas tecnologías para ofrecer calidad de servicio eficiente.

Para cubrir esta demanda de servicios de internet inalámbrico de banda ancha en los dispositivos móviles de la operadora CNT E.P., es necesario realizar un despliegue de red celular LTE en la banda de 700 MHz, como complemento de carga de usuarios en la red existente en la banda 2100 MHz (AWS).

Esto significa, que el operador de la red móvil requiere el equipamiento de más infraestructura en su red, adquisición o alquiler de predios para construcción de las radios bases y la implementación de estas para cubrir con énfasis las zonas donde la cobertura es nula o la intensidad de la señal es deficiente.

En base a la necesidad de mejorar el servicio de internet móvil de la operadora móvil CNT E.P., se propone el estudio de factibilidad de la implementación de Tecnología LTE en la banda de 700 MHz como complemento a la banda 2100 MHz en la Zona Norte de la ciudad de Quito.

OBJETIVOS

Objetivo general

Realizar el estudio de factibilidad para la Implementación de la Tecnología LTE en la banda de 700 MHz como complemento a la red existe de 2100 MHz para mejorar el servicio de Internet Inalámbrico en la Zona Norte de la ciudad de Quito.

Objetivos específicos

Analizar la red LTE en la banda de 2100 MHz (AWS) de la operadora celular CNT para obtener los datos de cobertura actual en la Zona Norte de la ciudad de Quito.

Plantear las funcionalidades y los requerimientos técnicos de la Tecnología LTE en la banda de 700 MHz para la implementación en la red de la operadora celular CNT en la Zona Norte de la ciudad de Quito.

Realizar un análisis comparativo de la cobertura celular LTE entre la banda de 2100 MHz y la banda de 700 MHz para validar la mejora del servicio de Internet Inalámbrico en la Zona Norte de la ciudad de Quito.

Analizar los costos para verificar la factibilidad económica de la implementación de la Tecnología LTE en la banda de 700 MHz en la Zona Norte de la ciudad de Quito.

CAPÍTULO I

1. Marco Teórico

En el presente capítulo se revisan fundamentos teóricos, necesarios para el desarrollo del estudio. Se describen conceptos elementales de la tecnología LTE, bandas de operación, técnicas de duplexado, radiobases, celdas, clúster, antenas y el Servicio Móvil Avanzado (SMA) del Ecuador.

1.1. Tecnología LTE

LTE (Long Term Evolution) es la tecnología inalámbrica de banda ancha, que se emplea para la transmisión de datos a los dispositivos móviles.

Es un estándar de comunicación inalámbrica de datos de alta velocidad, introducido por 3GPP R8³.

En la actualidad la tecnología LTE soporta una gran cantidad de tráfico de servicios móviles y mantiene un ritmo constante de crecimiento. Aún más, con la llegada del 5G.

Además que es la tecnología que mejoró el desempeño de red, la eficiencia del espectro electromagnético, el incremento en la velocidad de transmisión de datos y permitió que los fabricantes y operadores implemente una red menos compleja.

1.1.1. Características de la Tecnología LTE

Como tecnología predominante en la transmisión inalámbrica de datos en el área de la telefonía celular, posee las siguientes características relevantes:

- La latencia de la Red LTE es menor a 10 ms. (3 GPP, 2019)
- Los anchos de bandas empleados para la transmisión son 5, 10, 15 y 20 MHz. (3 GPP, 2019)
- La arquitectura de red más simple.
- Emplea la conmutación de paquetes (IP)
- Compatibilidad con las otras tecnologías del estándar 3GPP. (3 GPP, 2019)
- Alta eficiencia y flexibilidad espectral en comparación a tecnologías anteriores.
- Utiliza antenas MIMO en todas las soluciones de implementación de LTE.
- Por el tipo de duplexación es capaz de operar en FDD y TDD.
- Las celdas de tecnología LTE coordinan de mejor manera la interferencia intercelular.
- Reducción de costos y actualización continua en los servicios. (Solórzano Yagual, 2018)

³3GPP-R8: organización internacional que fija los estándares y normativas para la tecnología LTE.

- La velocidad de descarga⁴ es de 100 Mbps y la carga⁵ es de 50 Mbps (3 GPP, 2019)
- Las modulaciones empleadas en LTE son: OFDMA⁶ y SC-FDMA⁷ (3 GPP, 2019)

1.1.2. Arquitectura de la Tecnología LTE

A diferencia de sistemas celulares como GSM y UMTS que utilizan conmutación de circuitos y paquetes, la arquitectura de la red LTE está diseñada únicamente para soportar los servicios de conmutación de paquetes en base al protocolo **IP (Internet Protocol)**.

La arquitectura de LTE se encuentra dividida en tres componentes principales que son: el UE, el E-UTRAN y el EPC.

En la Figura 1, se visualiza el esquema general de la arquitectura del sistema LTE.

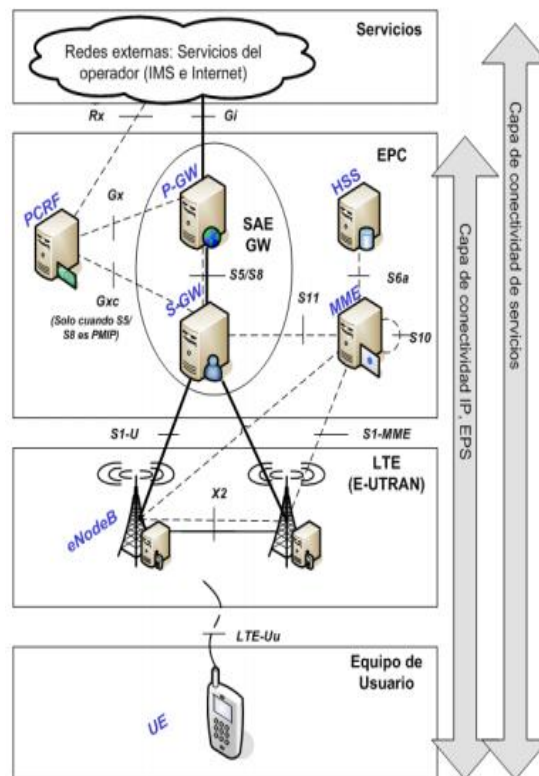


Figura 1.- Esquema general de la arquitectura del sistema LTE

Fuente: Sistemas Comunicación móvil: 4g Lte avanzado para banda ancha móvil (Naspud, 2014)

⁴ Descarga (downlink): es el parámetro de evaluación de la cantidad de datos que se descarga de la red.

⁵ Carga(uplink): es el parámetro de evaluación de la cantidad de datos que se carga a la red.

⁶ OFDMA: es la técnica de acceso múltiple por división de frecuencia ortogonal que se utiliza para la comunicación de datos en el enlace downlink en la red LTE.

⁷ SC-FDMA: es la técnica de acceso múltiple de modulación de portadora única en multiplexación por frecuencia ortogonal, que se utiliza para la comunicación de datos en el enlace uplink en la red LTE

1.1.3. Equipo de Usuario UE (User Equipment)

El equipo de usuario es el dispositivo que permite tener acceso a la red, puede ser un celular, una tablet o un equipo electrónico (módems localizados en dispositivos de rastreo satelital, cajeros electrónicos, etc.), que permita usar una tarjeta SIM de datos. El equipo de usuario está formado por 3 elementos que son:

- **Tarjeta SIM:** es un chip de identificación del suscriptor universal, permite identificar y verificar al usuario.
- **Terminal móvil (MT):** es el dispositivo que permite conectar el equipo terminal a la red LTE.
- **Equipo Terminal (TE):** es el dispositivo electrónico que permite la interacción final con el usuario.

En la Figura 2, se visualiza el esquema del equipo de usuario (UE)

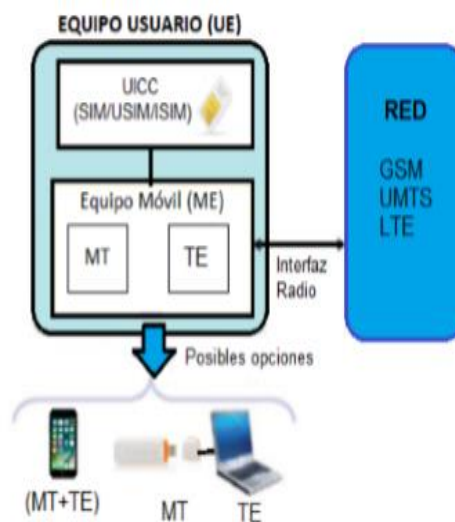


Figura 2.- Esquema del equipo de usuario (UE)

Fuente: Análisis de cobertura de una Red de Banda Ancha Móvil (Lte) para Cantón Chone mediante Software Atoll (Solórzano Yagual, 2018)

1.1.4. Red de Acceso E-UTRAN (Evolved Radio Access Network)

La red de acceso E-UTRAN está formada por las radiobases LTE llamadas también como eNodeB, que a través de las interfaces lógicas Uu⁸, S1⁹ y X2¹⁰, establecen la comunicación con los diferentes elementos de la red de acceso.

Mediante los eNodeB, los dispositivos móviles ingresan al core EPC utilizando la interfaz S1. Para la comunicación entre las radiobases LTE se utiliza la interfaz X2. En la Figura 3, se visualiza el esquema de la red de Acceso E-UTRAN.

⁸ Uu: es la interfaz lógica de radio, que permite la transferencia de información con el UE.

⁹ S1: es una interfaz lógica que se divide en 2 interfaces internas que es el plano de control (S1-MME) y (S1-U) como apoyo al plano de usuario.

¹⁰ X2: es una interfaz lógica que se conecta a las Radiobases LTE.

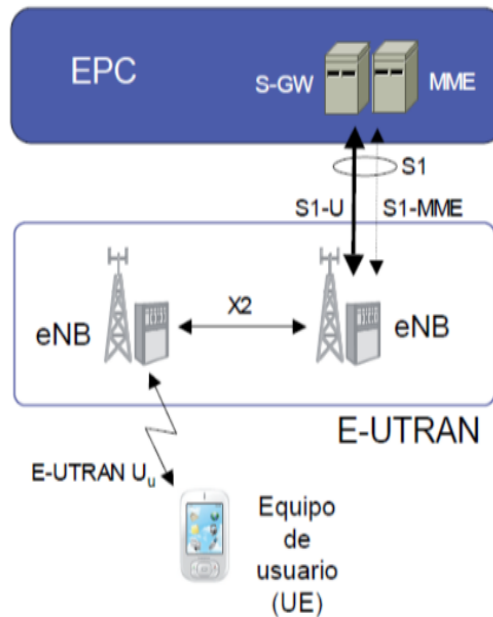


Figura 3.- Esquema de la red de Acceso E-UTRAN

Fuente: Estudio de la Tecnología Lte en la Banda de 700MHz como Alternativa para brindar servicio de Internet fijo Inalámbrico en Zonas Rurales del Ecuador (Tubon, 2017)

1.1.5. Red Troncal EPC (Evolved Packet Core)

EPC (Evolved Packet Core) es el núcleo de la red de LTE y es la red troncal encargada de liberar los servicios de IP. Está conformada por varios elementos que son: Mobile Management Entity (MME), System Architecture Evolution Gateway (SGW), Packet Data Network Gateway PDN (PGW), Home Subscriber Server (HSS) y Policy and Charging Rules Function (PCRF).

En la Figura 4, se visualiza el esquema del EPC (Evolved Packet Core)

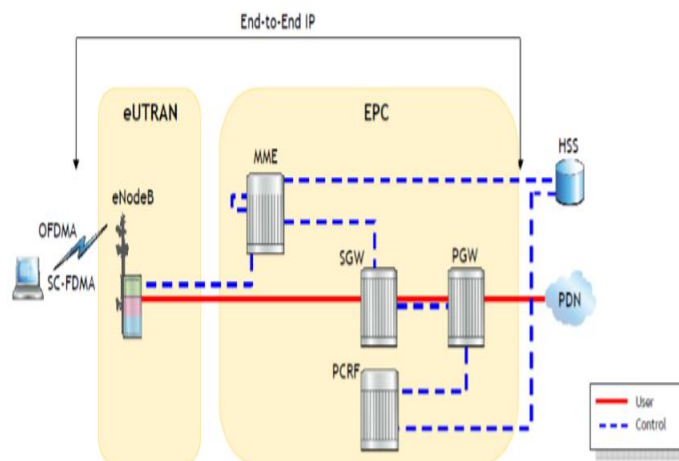


Figura 4.- Esquema del EPC (Evolved Packet Core)

Fuente: Estudio de la Tecnología Lte en la Banda de 700MHz como Alternativa para brindar servicio de Internet fijo Inalámbrico en Zonas Rurales del Ecuador (Tubon, 2017)

En la Tabla 1, se detallan las funciones de los elementos del núcleo de red de LTE.

Tabla 1

Entidades de una EPC

Mobility Management Entity (MME)	Permite la conexión de señalización al terminal móvil por medio del eNodeB para controlar el acceso, autenticación y movilidad. Su función en el establecimiento de sesiones permite negociar los recursos en el core para tráfico de usuarios
Service Gateway (S-GW)	Permite que los UEs, envíen paquetes del acceso a la red EPC y posibilita la de movilidad local cuando el usuario transita entre varios eNodeB.
Home Subscriber Server (HSS)	Es la base de datos que contiene el perfil de abonados suscritos a la red.
Packet Data Network Gateway (P-GW)	Es el elemento de red que permite la conexión entre el núcleo de red y las redes de paquetes de datos. Este elemento asigna las direcciones IP a los móviles para la comunicación.
Packet Data Network (PDN)	Representan las redes externas de Datos.
Policy and Charging Rules Function (PCRF)	Maneja las políticas de calidad de servicios y charging para los flujos de datos.

Fuente: Adaptada de Análisis de cobertura de una Red de Banda Ancha Móvil (Lte) para Cantón Chone mediante Software Atoll (Solórzano Yagual, 2018)

1.2. Bandas de operación de la tecnología LTE

Las bandas son rangos de frecuencia del espectro electromagnético que se utilizan en las comunicaciones por radio. El uso de estas está regularizado y estandarizado por organismos de control como la UIT, 3GPP, entre otros.

La tecnología LTE tiene la capacidad de soportar múltiples bandas para su funcionamiento a lo contrario de las anteriores tecnologías. En la Tabla 2, se muestra las bandas que se emplean para la tecnología LTE.

Tabla 2
 Bandas de frecuencias para la tecnología LTE

BANDA	MODULO DUPLEX	CARACTERIZACIÓN	RANGO ENLACE ASCENDENTE (MHz)	RANGO ENLACE DESCENDENTE (MHz)
1	FDD	Banda -2100	1920 – 1980	2110 – 2170
2	FDD	Banda -1900	1850 – 1910	1930 – 1990
3	FDD	Banda - 1800	1710 – 1785	1805 – 1880
4	FDD	Banda - AWS	1710 – 1755	2110 – 2155
5	FDD	Banda - 850	824 – 849	869 – 894
7	FDD	B -Extensión - 2600	2500 – 2570	2620 – 2690
8	FDD	Banda - 900	880 – 915	925 – 960
12	FDD	US 700 Inferior	699 – 716	729 – 746
13	FDD	US 700 Superior C	777 – 787	746 – 756
14	FDD	US 700 Superior D	788 – 798	758 – 768
17	FDD	US 700 Inferior B, C	704 – 716	734 – 746
18	FDD	Banda 850 (Japón_4)	815 – 830	860 – 875
19	FDD	Banda 850 (Japón_5)	830 – 845	875 – 890
20	FDD	Banda 800	832 – 862	791 – 821
21	FDD	B_1500 (Japón_6)	1447.9 – 1462.9	1495.9 – 1510.9
24	FDD	US L- Banda - 1600	1626.5 – 1660.5	1525 – 1559
25	FDD	Banda 1900 G	1850 – 1915	1930 – 1995
26	FDD	Banda E850 Superior	814 – 849	859 – 894
28	FDD	Banda APT 700	703 – 748	758 – 803
29	SDL	Banda LTE DL FDD	N/A	717 – 728
44	TDD	US banda APT 700	703 – 803	703 – 803
45	TDD	China TDD 1400	1447 - 1467	1447 - 1467
50	TDD	TDD L - band	1432 - 1517	1432 - 1517
51	TDD	TDD L- band, local	1427 -1432	1427 -1432

Fuente: 3 GPP Spectrum bands – 4G/LTE (3 GPP - ERICSSON , 2019)

1.2.1. Banda de 700 MHz

La Banda de 700 MHz tiene el esquema de canalización Asia-Pacífico (APT 700). Fue registrado por la UIT como factible para la comercialización de servicios de telefonía móvil según la recomendación M.1036

En la Figura 5, se visualiza segmentaciones de la Banda de 700 MHz, comprendida entre 698 MHz y 806 MHz.

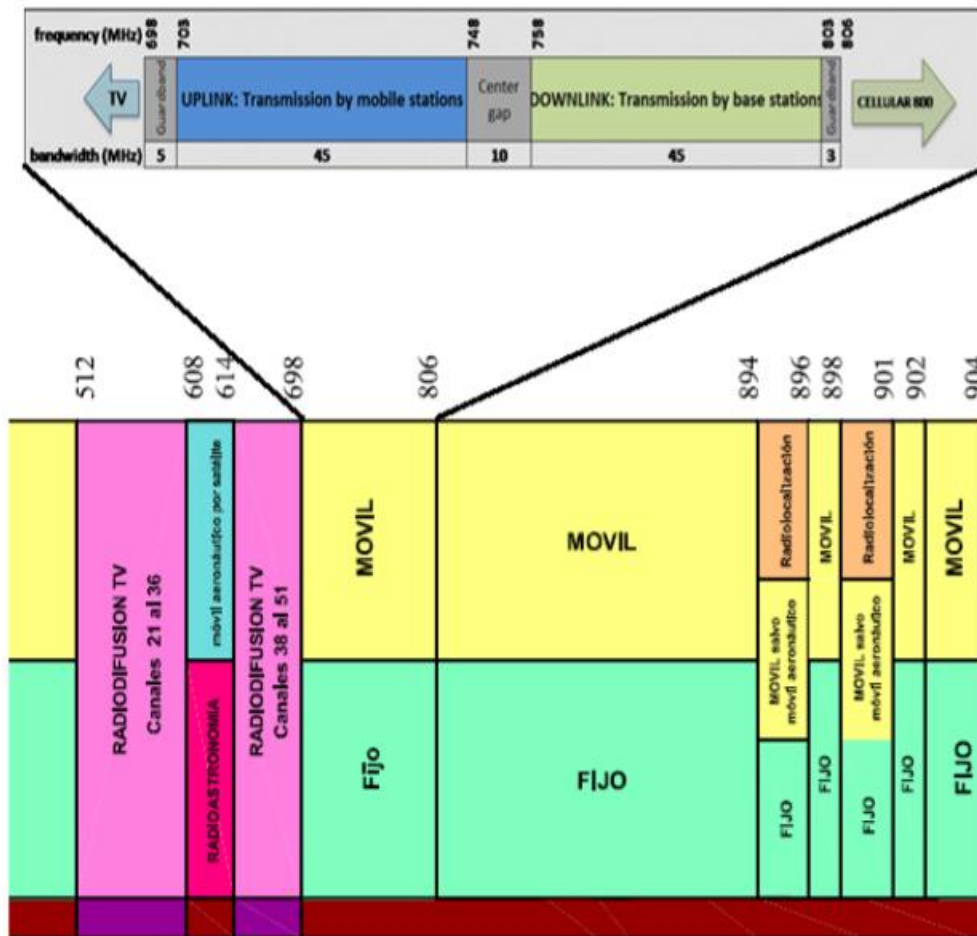


Figura 5.- Segmentaciones de la Banda de 700 MHz

Fuente: Estudio de la Tecnología LTE en la Banda de 700MHz como Alternativa para brindar servicio de Internet fijo Inalámbrico en Zonas Rurales del Ecuador (Tubon, 2017)

En América Latina, diversos países ya disponen de la concesión de la banda en los 700 MHz, para ser utilizada en el área de las telecomunicaciones. Dicha banda puede ser asignada a los operadores móviles inclusive antes del apagón analógico (señales análogas de televisión).

A continuación, en la Tabla 3, se presenta el listado canalización APT para América Latina.

Tabla 3
 Canalización de la Asia-Pacífico (APT 700) en América Latina

PAÍS	CANALIZACIÓN	ATRIBUCIÓN MÓVIL	ASIGNACIÓN	APAGÓN ANALÓGICO
Argentina	APT	Si	Si	2021
Bolivia	USA	Si	Si	2024
Brasil	APT	Si	Si	2023
Chile	APT	Si	Si (Proceso judicial)	2020
Colombia	APT	Si	No	2019
Costa Rica	APT	Si	No	2019
Ecuador	APT	Si	Si	2023
El Salvador	Sin definición	No	Sin definición	2022
Guatemala	APT	Si	No	2022
Honduras	APT	Si	No	2020
Nicaragua	USA	Si	Si	A definir
México	APT	Si	Red Mayorista	2015
Panamá	APT	Si	Si	2020
Paraguay	APT	Si	Si	2020
Perú	APT	Si	Si	2024
Rep. Dominicana	APT	Si	No	2021
Uruguay	APT	Si	Si	A definir
Venezuela	APT	Si	No	2020

Fuente: La Banda de 700 MHz en América Latina (5G Americas, 2019)

1.2.2. Características de la Banda de 700 MHz

La banda de 700 MHz dispone de particularidades ideales para la transmisión de datos inalámbricos considerando su alcance. Al situarse en una frecuencia baja, permite una propagación que amplía el rango de cobertura logrando una mayor distancia y mejor penetración con poca interferencia hacia ambientes de interior. (ENTEL, 2019)

En la Figura 6, se puede apreciar como el área de cobertura en la banda de 700 MHz proporciona un buen alcance en la propagación de la señal.

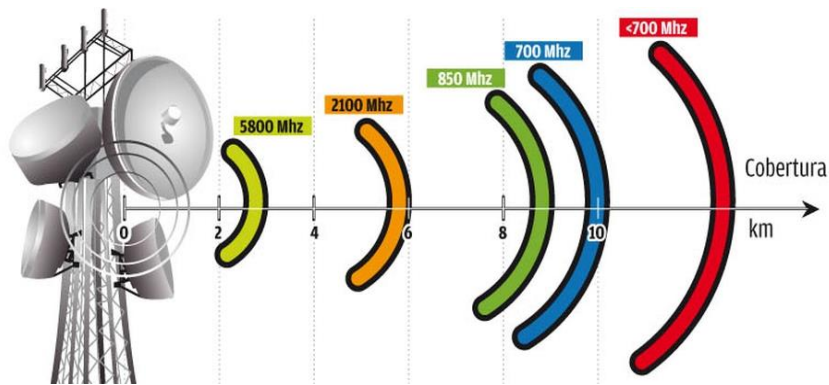


Figura 6.- Comparación de cobertura para diferentes bandas
Fuente: IFT aprueba concesión para red compartida (Milenio, 2014)

Estas características, benefician a los operadores móviles para realizar despliegue de red más rentables e incrementar la cobertura de servicios móviles. (Americas, 2015)

En la Figura 7, se visualiza el alcance que puede brindar la cobertura en la banda de 700 MHz, en comparación con las diferentes bandas. Logrando descriptivamente que dos radiobases, puedan llegar a cubrir hasta 10 kilómetros. (Americas, 2015)

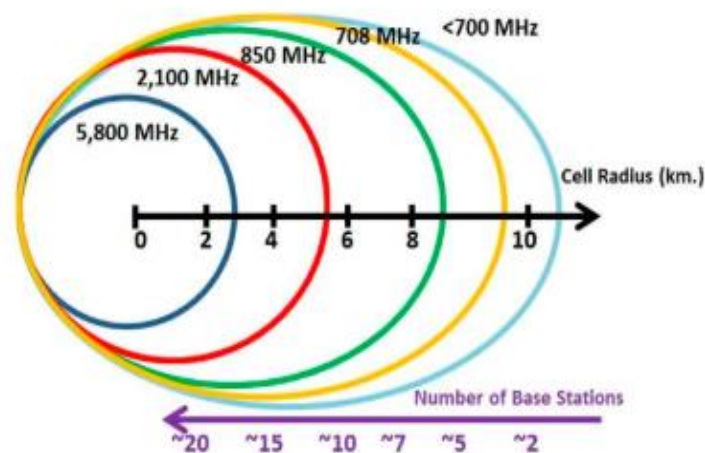


Figura 7.- Estaciones base de acuerdo con la banda que operan

Fuente: Adjudicación de espectro radioeléctrico en 700 MHz en América Latina (Americas, 2015)

En específico, la Banda 700 MHz es primordial para la futura competitividad en la industria de telecomunicaciones. Al ser una banda de cobertura extensa, permite ser empleada para servicios de telefonía móvil en las áreas rurales y urbanas. (ProInversión, 2016)

Además, que la banda de 700 MHz por su naturaleza permite una mejor penetración de la señal en zonas urbanas de alta edificación poblacional. (ProInversión, 2016)

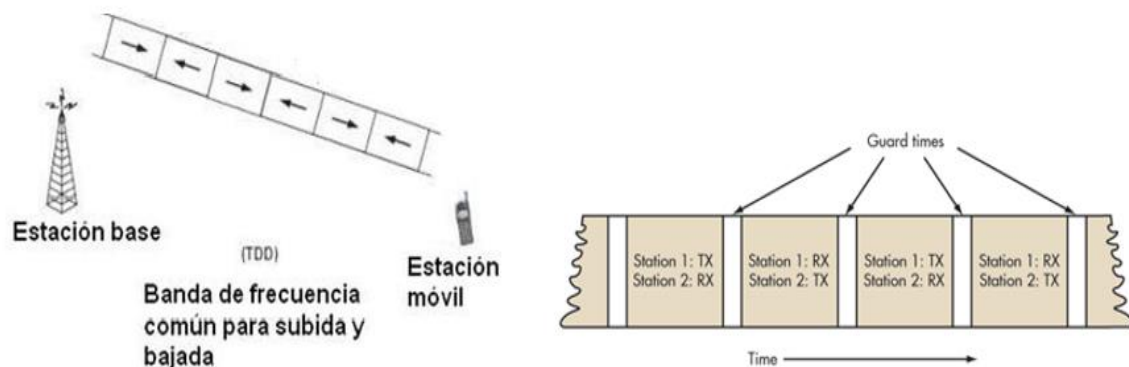
1.3. Técnicas de Duplexado FDD y TDD

FDD (Frequency Division Duplex): es un método de transmisión y recepción señales para establecer una comunicación full dúplex¹¹, mediante dos frecuencias diferentes, una dedicada al enlace descendente y la siguiente al ascendente. A través de la banda de guarda se consigue que dichas frecuencias no se traslapen.

TDD (Time Division Duplex): es un método de multiplexado que solo utiliza una frecuencia para el enlace de subida y de bajada, trabaja alternando las señales de transmisión y recepción a diferentes intervalos de tiempo bajo un mismo canal. Mediante el periodo de guarda que está entre los intervalos de tiempo se consigue que no se interfieran las señales.

En la Figura 8, se puede apreciar los métodos TDD y FDD

DUPLEXACIÓN POR DIVISIÓN DE TIEMPO (TDD)



DUPLEXACIÓN POR DIVISIÓN DE FRECUENCIA (FDD)

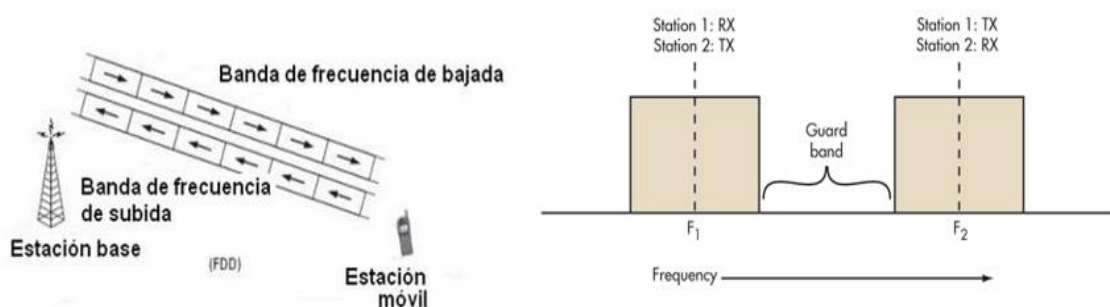


Figura 8.- Métodos FDD y TDD

Fuente: Adaptado del estudio TDD Y FDD (Ingetelecom, 2015)

La tecnología LTE puede operar mediante los dos métodos de duplexación FDD y TDD. La elección de cualquiera de los dos dependerá de las operadoras móviles. Siendo FDD la más usada para largas distancias ofreciendo menor latencia. Sin embargo, la TDD es más atractiva por los menores costos de implementación y es usada en distancias cortas

¹¹ Full dúplex: es una técnica de transmisión capaz de enviar y recibir información simultáneamente.

1.4. Multiplexación en LTE

El interfaz de radio de las redes de LTE están basadas en OFDM que es la técnica de Multiplexación Multiportadora, la cual brinda una comunicación fuerte en frente al desvanecimiento por múltiples trayectos y es de fácil sincronización y equalización en el receptor. (Madrigal, 2015)

Esta técnica de multiplexación consiste en dividir una única señal de banda ancha en un gran conjunto de subportadoras de banda estrecha. Tomando en cuenta la propiedad de ortogonalidad de las subportadoras es posible transmitir de forma simultánea. En la Figura 9, se muestra el esquema de la representación de frecuencia – tiempo del OFDM.

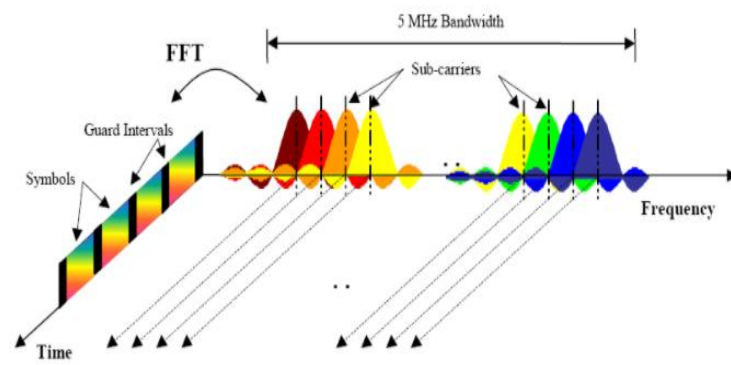


Figura 9.- Esquema de la Modulación OFDM

Fuente: Tomado de la Descripción General de la Interfaz de Radio LTE (Arimas, 2016)

1.4.1. OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access)

OFDMA es una técnica de acceso basada en OFDM que se utiliza el enlace downlink en la red LTE, está basada en modulación Multiportadora y en el acceso múltiple por división de frecuencia. Las subportadoras pueden ser asignadas a diferentes usuarios que se tengan agregado y es posible enviar varias transmisiones de datos simultaneas de dichos usuarios en subportadoras diferentes (Jiménez, 2014). En la figura 10, se presenta el esquema del OFDMA.

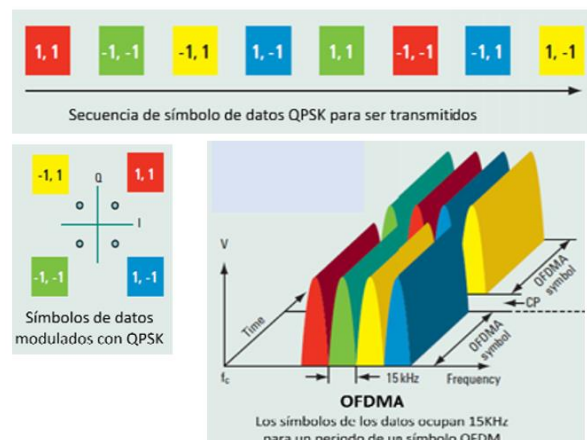


Figura 10.- Esquema del OFDMA representada en el Dominio del Tiempo y Frecuencia

Fuente: Tomado de la Descripción General de la Interfaz de Radio LTE (Arimas, 2016)

1.4.2. SC- FDMA (Single Carrier - Frequency Division Multiple Access)

En SC-FDMA el proceso de transmisión es similar al OFDMA, pero en este caso se transmite un símbolo de determinado usuario en un conjunto de subportadoras simultáneamente. Donde dichas subportadoras son moduladas con el mismo símbolo (Jiménez, 2014). Este método de multiplexación se utiliza el enlace uplink de la red LTE. En la figura 11, se presenta el esquema del SC - FDMA

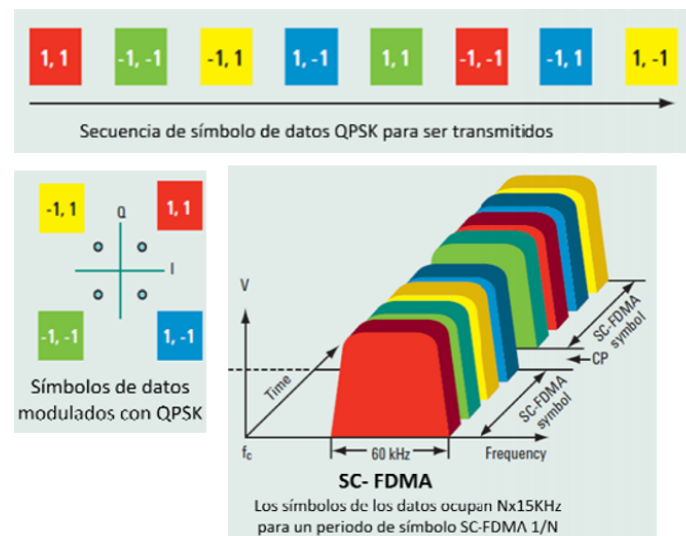


Figura 11.- Esquema del SC- FDMA representada en el Dominio del Tiempo y Frecuencia
Fuente: Tomado de la Descripción General de la Interfaz de Radio LTE (Arimas, 2016)

1.5. Radiobase

Es una estación de telefonía celular que son empleadas para la transmisión y recepción de ondas de radio, que pueden ser ubicadas en lugares fijos o temporales.

Las radiobases se utilizan como una central para que todos los dispositivos móviles se puedan conectar y comunicarse, cubren una determinada área de cobertura conocida como celda.

Estas radiobases son bidireccionales y multicanales, lo que permite que varios UEs puedan transmitir y reciban varias señales al mismo tiempo. (Arcotel, 2018)

1.5.1. Elementos de una Radiobase

Los elementos que conforman una radiobase son:

1. Sistema Radiante (Antenas).
2. Torre, mástiles, monopolos u otro tipo de soporte.
3. Equipo de comunicación Tx/Rx
4. Medio de conexión de la operadora móvil
5. Planta eléctrica y banco de baterías.
6. Sistema de enfriamiento (Arcotel, 2018)

Las antenas tienen como objetivo transmitir y/o recibir las ondas electromagnéticas y pertenecen al sistema radiante de la radiobase. Las Torres, Mástiles, Monopolos u otros tipos de soportes son los diferentes elementos de infraestructura civil donde se instalan los equipos de telecomunicaciones.

En el área de los equipos Tx/Rx transmiten y reciben señales. El medio de conexión es el enlace de la central telefónica que permite realizar la conexión con otras radiobases o centrales.

En cuanto a la energía, la planta eléctrica permite tener una alimentación constante con la energía proveniente de las centrales de energía pública o banco de baterías como sistema de respaldo. El sistema de enfriamiento mantiene los equipos sin sobrecalentarse con ambiente controlado.

En la Figura 12, se visualiza un esquema general de una Radiobase.

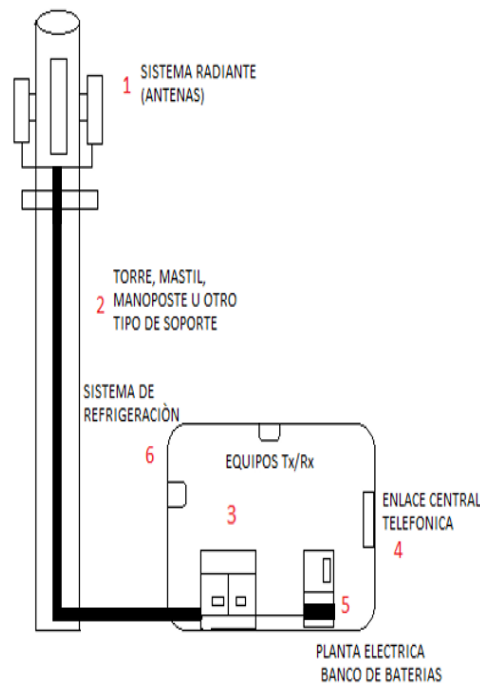


Figura 12.-Esquema general de una Radiobase
Fuente: Boletín Estadístico (Arcotel, 2018)

1.5.2. Tipos de Radiobase

Dependiendo de la ubicación geográfica, estructura civil y la zona que se desee brindar la cobertura se situaran las radiobases.

Las cuales se pueden clasificar en:

Macro células: son radiobases que están conformadas por infraestructura civil como torres, mástiles, monopolos, entre otros y se emplean para cubrir áreas extensas.

Micro células: son radiobases que están conformadas por infraestructura civil de soportes simples que se instalan en carretas principales o vías interestatales y se emplean solo para cubrir áreas locales.

Picocélulas: son radiobases que están formadas solo por antenas pequeñas que se emplean para brindar cobertura a puntos de específicos en áreas internas.

Sistemas Indoor: son radiobases pequeñas y compactas o también conocidas como smallcell que se instalan dentro de edificios, centros comerciales, aeropuertos, etc. Y se emplean para cubrir áreas delimitadas. (Arcotel, 2018)

1.6. Celdas

Una celda de telefonía celular se define como el área que cubre un transmisor o varios transmisores de una radiobase. La dimensión de las celdas dependerá de varios factores como: la ubicación, altura, condiciones ambientales, densidad de población, sectores a cubrir, etc. de la radiobase.

Las celdas generalmente son representadas en forma de hexágonos. En la Figura 13, se visualiza el esquema general de las celdas.

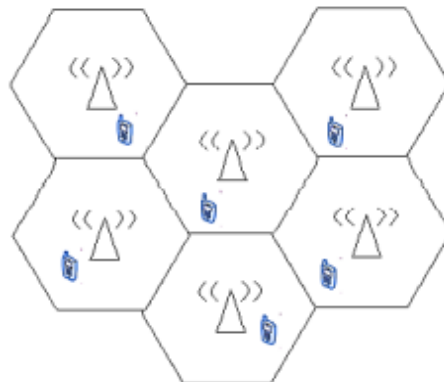


Figura 13.- Esquema general de las celdas

Fuente: Análisis de cobertura de una Red de Banda Ancha Móvil (Lte) para Cantón Chone mediante Software Atoll (Solórzano Yagual, 2018)

En función del área que se necesite dar cobertura, se aplicará el tipo de celda según la clasificación como se aprecia en la Tabla 4.

Tabla 4

Clasificación de las celdas

CATEGORÍA DE LA CELDA	ALCANCE	COBERTURA
Macro - celda	1.5 Km – 10 Km	Área Rural (Aldeas lejanas, autopistas, etc.)
Mini - celdas	0.5 Km – 1.5 Km	Área Urbana (Zonas Residenciales)
Micro - celdas	0.2 Km – 0.5 Km	Área Urbana (Ciudades con alta densidad de edificaciones)
Pico - celdas	0.03 Km – 0.2 Km	Área Urbana (Plazas Comerciales, Terminales Aeroportuarias, Coliseos, etc.)

Fuente: Adaptado de Sistemas Móviles Celulares (Aguilar, 2018)

1.7. Clúster

Se denomina Clúster a la agrupación de celdas, las cuales disponen de un conjunto de n canales que están asociados en función de la frecuencia de la tecnología a cubrir que puede ser: 2G¹², 3G¹³, 4G o la 5G¹⁴ (actualmente se encuentra en fase de estudios y demos de implementación). En la agrupación de varios clústeres se alcanza la cobertura total de un sistema celular.

En la Figura 14. Se visualiza el clúster de una red Celular

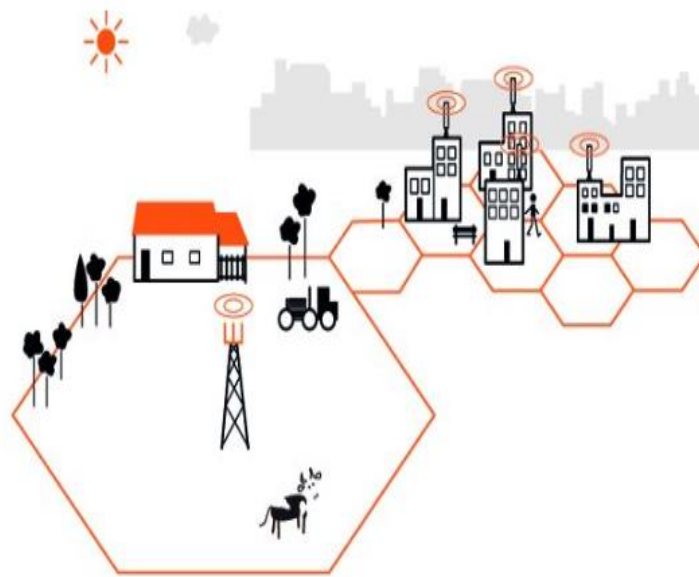


Figura 14.- Clúster de una red Celular

Fuente: Cómo funciona una red móvil (Orange , 2019)

1.8. Antenas MIMO LTE

La técnica MIMO (múltiples entradas, múltiples salidas) es considerada como una de las principales características de las antenas que se utilizan en la tecnología LTE. Al emplear varias entradas y salidas, tanto en el receptor como en el transmisor, permiten un mejor rendimiento de transferencia de datos y eficiencia espectral mediante el fenómeno conocido como propagación multitrayectoria de un canal inalámbrico. (Paredes, 2015). En la Figura 15, se visualiza el esquema de funcionamiento de la técnica MIMO.

¹² 2G: Es la segunda generación de telefonía móvil, donde el servicio de voz es predominante sobre el servicio de datos. Esta red estableció el inicio de la comunicación digital.

¹³ 3G: Es la tercera generación de telefonía móvil que ofrece una mejora en la calidad de servicio de datos, que permitió el acceso al internet en los dispositivos móvil.

¹⁴ 5G: Es la quinta generación de telefonía móvil la que permitirá la transmisión de datos en alta velocidad, 10 veces más rápido que la tecnología 4G.

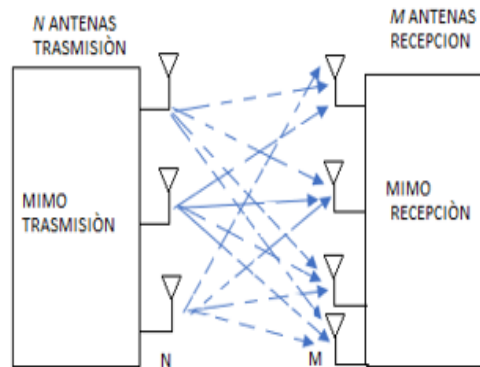


Figura 15.-Funcionamiento de la técnica MIMO

Fuente: Diseño de una red 4G (Long Term Evolution) en el clúster 2 de la ciudad de Quito para el operador CNT. EP (Paredes, 2015)

1.8.1. Importantes Técnicas MIMO

La tecnología MIMO tiene diversas ventajas, las cuales van a la par con las técnicas que necesita para su aplicación, entre las más importantes se encuentra las siguientes:

1.8.1.1. Diversidad Espacial

La diversidad Espacial consiste en mejorar las prestaciones en las comunicaciones inalámbricas, utilizando varias antenas que llevan información ya sea el caso desde el transmisor o receptor o entre ambos al mismo tiempo. (Uyaguari, 2019)

Que dependiendo del lugar donde se realice la comunicación se puede disponer de dos tipos de diversidad espacial que son:

- Diversidad de Recepción
- Diversidad de Transmisión

Tomar en cuenta que al disponer de varias antenas tanto en el transmisor como en el receptor nos permitirá realizar la multiplexación espacial. (Uyaguari, 2019)

1.8.1.2. Multiplexación Espacial

La multiplexación Espacial consiste en la composición de varias señales de menor ancho de banda en una señal de mayor ancho de banda. A esto se encuentra inmerso el proceso contrario que es la demultiplexación Espacial que radica en la división de una señal de mayor ancho de banda en varias señales iguales de menor ancho de banda. (Uyaguari, 2019)

El termino espacial hace referencia a la transmisión simultánea y por el mismo canal de frecuencia de cada una de estas señales por medio de antenas diferentes. (Uyaguari, 2019)

Estos dos métodos son los que aplican los transmisores y receptores MIMO correspondientemente para beneficiarse de la propagación multiproyecto y que son los encargados del aumento en la capacidad de transmisión en estos sistemas.

1.8.1.3. Beamforming

Es una técnica que se emplea para controlar el patrón de radiación de un arreglo de las antenas. Logrando procesar las señales que llegan de dicho arreglo de antenas en forma de un haz direccional. Con Beamforming lo que se tiene es una mayor potencia de la señal en un lóbulo de radiación dirigido. (Uyaguari, 2019) En la Figura 16, presenta el esquema del Beamforming.

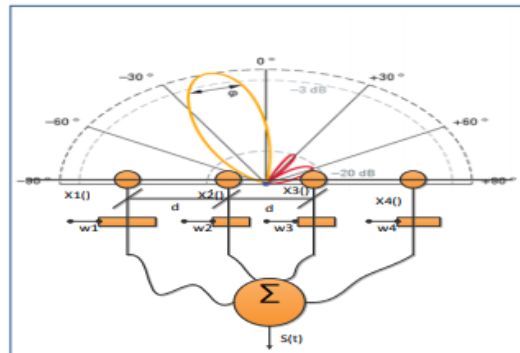


Figura 16.- Esquema del Beamforming

Fuente: Tomado de la Implementación de un algoritmo RSL para Beamforming en la Banda de 28 GHz (Pérez, 2017)

1.9. Modelos de propagación

Los modelos de propagación permiten determinar el comportamiento de las señales de ondas electromagnéticas cuando estas son transmitidas desde el transmisor hasta el receptor. Utilizan expresiones matemáticas, esquemas y algoritmos para representar las características de dicho comportamiento. Estas señales pueden presentar pérdidas por las condiciones del ambiente como: entornos urbanos, entornos rurales, bosque, mar, alta densidad de población, frecuencias de operación, entre otras características. En la figura 17, se presenta la trayectoria de la señal en un entorno urbano.

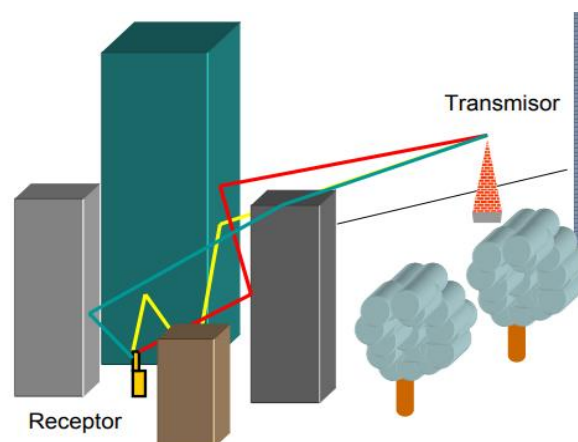


Figura 17.- Trayectoria de la señal emitida del Transmisor hacia el Receptor

Fuente: Modelos de Propagaciones a gran Escala (Universidad Carlos III de Madrid, 2018)

1.9.1. Modelo de propagación Okumura-Hata

El modelo de propagación Okumura es un método gráfico que consiste en un conjunto de curvaturas obtenidas de la propagación de las señales transmitidas de los sistemas móviles, su aplicación inicio en Japón, es considerado uno de los principales para determinar las pérdidas de la señal que es transmitida desde el emisor hasta el receptor en las áreas urbanas y suburbanos en el rango de frecuencias de 100 MHz a 1920 MHz. Como se presenta Figura 18.

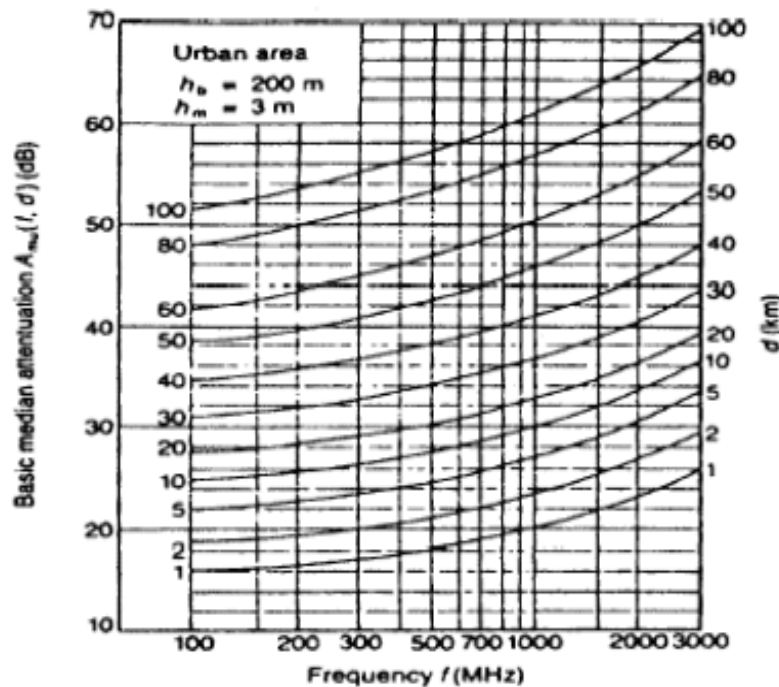


Figura 18.- Modelo gráfico de la Propagación Okumura
Fuente: Tomando de Modelos y leyes de propagación (Medina, 2013)

El principal resultado que proporciona el modelo es valor mediano de la pérdida básica de propagación aplicando factores como: la frecuencia, la distancia entre transmisor y receptor, la altura de la radiobase, elevación del dispositivo móvil entre otros, que permite tener una precisión en los cálculos de predicción del trayecto de la propagación de la señal.

Para que el modelo Okumura sea más simple de aplicar se introdujo relaciones numéricas que describen al método gráfico en expresiones matemáticas consiguiendo así el uso de ecuaciones y límites para la aplicación del modelo. Dichas expresiones matemáticas de carácter ya empírico son conocidas bajo el nombre del modelo de propagación de Okumura - Hata.

Las expresiones matemáticas son las siguientes:

(Ecuación 1)

$$L_p = 69.55 + 26.16 \log_{10}(f_c) - 13.82 \log_{10}(h_b) - a(h_m) + (44.9 - 6.55 \log_{10}(h_b)) \log_{10}(d)$$

Fuente: Tomado de Comparison of Propagation Model Accuracy for Long Term Evolution (LTE) Cellular Network (Mawjoud, 2013)

Donde se tiene:

- **Lp (dB) Path loss:** sumatoria de las pérdidas de espacio libre.
- **fc:** frecuencia de operación medida en MHz.
- **h_b:** Altura promedio de la radiobase en metros.
- **h_m:** Altura de la UE (dispositivo móvil).
- **d:** distancia entre el emisor y el receptor.
- **a(h_m):** Factor de corrección de la altitud del UE (dispositivo móvil) (Mawjoud, 2013)

Para el cálculo del factor de corrección de la altitud del UE $a(h_m)$ en áreas urbanas, el modelo de propagación Okumura -Hata emplea la siguiente ecuación:

(Ecuación 2)

$$a(h_m) = 3.2(\log_{10}(11.75 h_m))^2 - 4.97$$

Fuente: Tomado de Comparison of Propagation Model Accuracy for Long Term Evolution (LTE) Cellular Network (Mawjoud, 2013)

El modelo de Okumura – Hata tiene límites específicos para ser empleado, que son los siguientes:

- **fc:** 150 a 1500 MHz
- **h_b:** 0.03 a 0.2 Km
- **h_m:** 0.001 a 0.01 Km
- **d:** 1 a 20 Km (UIT-R , 2019)

1.9.2. Modelo de propagación Cost-Hata

El modelo de propagación Cost- Hata es una extensión del modelo Okumura- Hata, es empleado para macro células en entornos urbanos y suburbanos. Pero fue incorporado más factores de corrección de los ya establecidos como: la ampliación del rango de frecuencias desde 800 MHz a 2500 MHz, altura de los edificios, ancho de las calles, separación entre los edificios, grado de inclinación de la dirección de propagación entre otros. Como se presenta en la Figura 19.

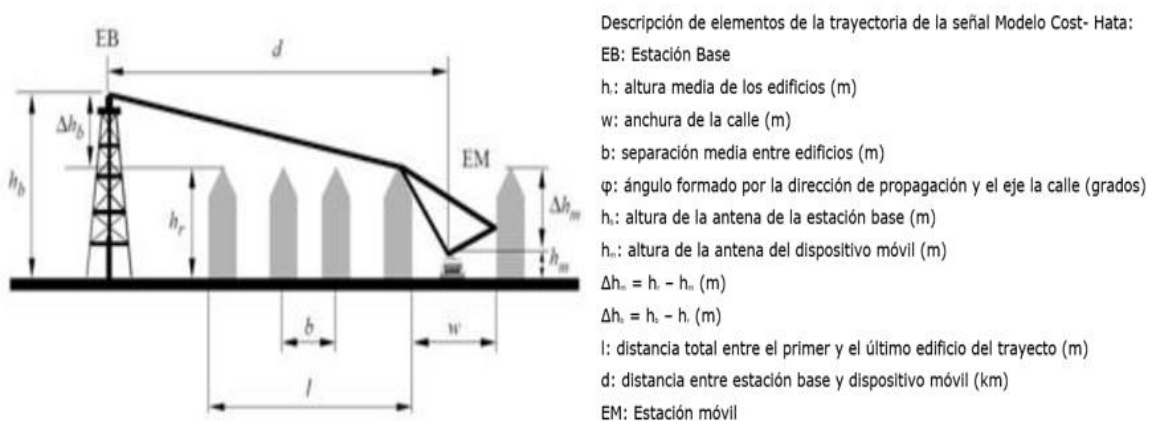


Figura 19.- Representación gráfica de la Trayectoria de la señal Modelo Cost – Hata
Fuente: Adaptado de Modelos de Propagación Empíricos (Xirio, 2017)

De igual manera, este modelo empírico permite calcular las pérdidas de la señal que es transmitida desde el emisor hasta el receptor pero su aplicación se enfocada en rangos de frecuencias elevadas. Al ser una extensión del anterior modelo, también cuenta con expresiones matemáticas para su representación y límites para su aplicación.

En general, los límites que toma en cuenta el modelo para la aplicación son:

- **f_c**: 800 a 2500 MHz
- **h_b**: 0.04 a 0.5 Km
- **h_m**: 0.001 a 0.04 Km
- **d**: 1 a 50 Km (UIT-R , 2019)

La expresión matemática es la siguiente:

(Ecuación 3)

$$L_p = 46.3 + 33.9\log_{10}(f_c) - 13.82\log_{10}(h_b) - a(h_m) + (44.9 - 6.55\log_{10}(h_b))\log_{10}(d) + C_m$$

Fuente: Tomado de Comparison of Propagation Model Accuracy for Long Term Evolution (LTE) Cellular Network (Mawjoud, 2013)

Donde se tiene:

- **L_p**: pérdidas de espacio libre dB
- **h_b**: Altura de la radiobase
- **h_m**: Altura de la UE (dispositivo móvil)
- **d**: distancia entre la radiobase y UE
- **a(h_m)**: Factor de corrección de la altitud del UE
- **f_c**: frecuencia de operación
- **C_m**: 0, para urbes suburbanas y 3 [dB] para metrópolis (Zambrano, 2017)

1.10. Servicio Móvil Avanzado (SMA) en el Ecuador.

En el Ecuador el SMA es el servicio de las telecomunicaciones que autoriza la transmisión y recepción de símbolos, señales, mensajes, sonidos, imágenes, datos, voz o información de cualquier tipo. (Arcotel, 2018)

1.10.1. Asignación del espectro del Servicio Móvil Avanzado (SMA) en el Ecuador

En Ecuador, ARCOTEL es la encargada de gestionar el espectro radioeléctrico en el sector de las telecomunicaciones del Servicio Móvil Avanzado. Establece las normas, atribuciones de las bandas y canales radioeléctricos para los diferentes tipos de servicios de telecomunicaciones, según la Unión Internacional de Telecomunicaciones. En la Figura 20, se muestra la canalización y distribución del espectro radioeléctrico para el SMA.

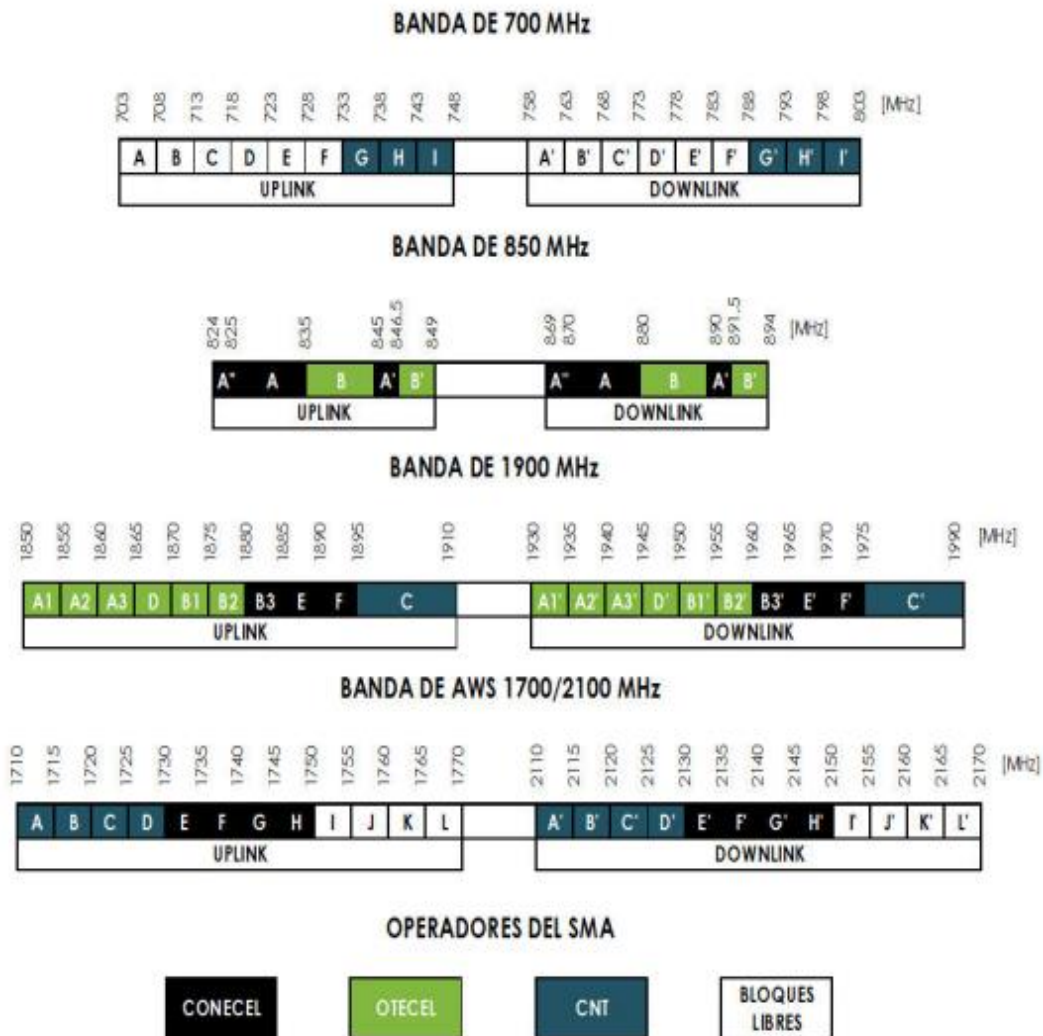


Figura 20.- Canalización y asignación de bandas de frecuencia del SMA
Fuente: Servicio Móvil Avanzado (Arcotel, 2018)

En base a la Figura 13, se dispone del siguiente detalle en la Tabla 5.

Tabla 5
 Ancho de Banda Concesionado

OPERADORA	ANCHO DE BANDA (AB) CONCESIONADO (MHZ) DEL SMA					TOTAL DE (AB) POR C/A OPERADORA	% DE ASIGNACIÓN DEL (AB) DEL SMA POR C/A OPERADORA
	700 MHZ	850 MHZ	1900 MHZ	AWS 1700/2100 MHZ			
CONECEL		25	30	40		95	33.9 %
OTECCEL		25	60			85	30.4 %
CNT	30		30	40		100	35.7 %
TOTAL, DE ANCHO DE BANDA DEL SMA (MHZ)						280	

Fuente: Adaptado del Servicio Móvil Avanzado (Arcotel, 2018)

De acuerdo con ARCOTEL el espectro radioeléctrico que está asignado a las operadoras de telefonía en el Ecuador es el siguiente; el 30,4% le pertenece a OTECEL S.A, el 33,9% a CONECEL S.A y 35,7% a CNT EP (Arcotel, 2018).

La mayor parte es concedida a CNT E.P, que al ser un medio público tiene por objetivo brindar el servicio móvil en todo el territorio ecuatoriano y de esta manera cubrir áreas donde las operadoras privadas no pueden dar cobertura por temas de rentabilidad.

De esta manera, se obedece con la resolución expresada por el Consejo Nacional de Telecomunicaciones en el artículo 49,

El acceso a la conectividad es un compromiso entre el sector público y privado, pero es competencia principalmente del Estado de brindar acceso a aquellos sectores que muestran escaso interés para la empresa privada; garantizando el servicio de conectividad a todos los ecuatorianos.....
 (ARCOTEL,CONATEL, 2012)

Adicionalmente, en la Figura 21, se muestra que únicamente la operadora CNT E.P dispone de la autorización para el uso de la banda 700 MHz frente a los operadores de telefonía privados. Esto se debe que el año 2012 la Operadora Estatal, mediante petición directa a la Secretaria Nacional de Telecomunicaciones (Actualmente ARCOTEL), solicitó la concesión de la banda de 700 MHz. Esta banda fue concedida con el objetivo de incrementar la capacidad de cobertura y suplir la demanda del servicio que con el paso del tiempo pueda necesitarse. De forma que la conectividad estará garantizada y al alcance de toda la sociedad de manera igualitaria. (ARCOTEL,CONATEL, 2012)

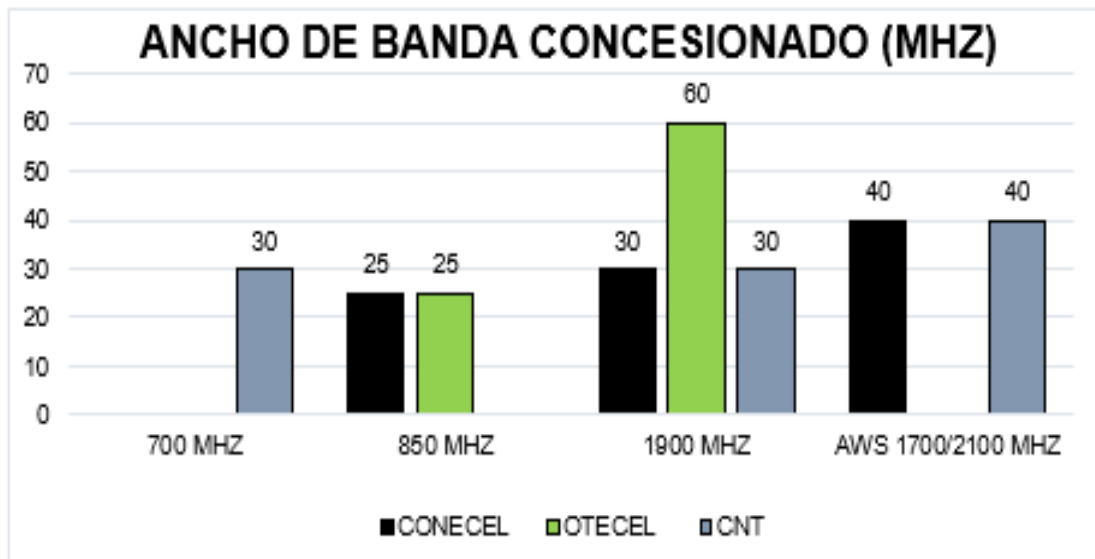


Figura 21.- Ancho de Banda Concesionado SMA
Fuente: Servicio Móvil Avanzado (Arcotel, 2018)

Con esta asignación en la banda de 700 MHz, la Empresa Estatal puede incrementar la capacidad de cobertura e implementar nuevas soluciones de tecnología inalámbrica para la mejora del servicio móvil de sus clientes.

Una vez que se ha revisado los conceptos principales de la tecnología LTE y las asignaciones de bandas de frecuencia del SMA, en el siguiente capítulo se evalúa el desempeño de la cobertura LTE en la banda 2100 MHz del Operador CNT EP y el equipamiento necesario para la implementación de la tecnología LTE en la banda de 700 MHz.

CAPÍTULO II

En el presente capítulo se analiza la cobertura LTE en la banda 2100 MHz para la zona de estudio dividida en tres clústers. Se usa la técnica del drive test y se muestra el equipamiento necesario para la implementación de la tecnología LTE en la banda de 700 MHz.

2. Análisis de cobertura de la red LTE en la banda de 2100 MHz (AWS) de la operadora CNT en la Zona Norte de la ciudad de Quito.

2.1. Descripción del escenario de estudio

El estudio del presente trabajo se realiza en la Zona Norte urbana de la Ciudad de Quito, iniciando desde la parroquia de la Mariscal Sucre hasta la parroquia de Carcelén.

Esta zona consta de varios escenarios los cuales contemplan una alta densidad de edificios, lugares con alta población, alta demanda de servicios móviles, así como parroquias rurales con tráfico creciente.

En la Figura 22, se muestra el mapa referente a las parroquias urbanas de la Zona Norte de la ciudad de Quito, donde se enfocará el estudio.



Figura 22.- Parroquias urbanas de la ciudad de Quito
Fuente: Parroquias de Quito_ Urbanas y Rurales (Ecuador, 2020)

A continuación, se muestra la lista de las parroquias que serán analizadas.

Tabla 6
Parroquias de la Zona Norte de Quito

ITEM	PROVINCIA	CANTÓN	PARROQUIA
1	PICHINCHA	QUITO	CARCELEN
2	PICHINCHA	QUITO	EL CONDADO
3	PICHINCHA	QUITO	PONCEANO
4	PICHINCHA	QUITO	COTOCOLLAO
5	PICHINCHA	QUITO	COMITE DEL PUEBLO
6	PICHINCHA	QUITO	EL INCA
7	PICHINCHA	QUITO	LA CONCEPCION
8	PICHINCHA	QUITO	KENNEDY
9	PICHINCHA	QUITO	COCHAPAMBA
10	PICHINCHA	QUITO	JIPIJAPA
11	PICHINCHA	QUITO	RUMIPAMBA
12	PICHINCHA	QUITO	IÑAQUITO
13	PICHINCHA	QUITO	BELISARIO QUEVEDO
14	PICHINCHA	QUITO	MARISCAL SUCRE

Fuente: Adaptado de las Parroquias de Quito_ Urbanas y Rurales (Ecuadotec, 2020)

2.2. Radiobases LTE de la operadora CNT en la zona de Estudio.

De acuerdo con la zona de estudio, la cobertura de la Red LTE de la operadora CNT E.P contempla el siguiente detalle de radiobases de LTE o eNodoBs, los cuales están distribuidos por clústers en determinadas parroquias. (ARCOTEL , 2019)

A continuación, se define el número de radiobases por clústers de las parroquias de la Zona Norte de Quito.

Tabla 7

Número de radiobases por Clústers de las parroquias de la Zona Norte de Quito

CLUSTERS	PARROQUIAS	N° DE eNodoB
1	CARCELEN	7
1	EL CONDADO	5
1	PONCEANO	5
1	COTOCOLLAO	9
2	COMITÉ DEL PUEBLO	5
2	EL INCA	5
2	LA CONCEPCION	7
2	KENNEDY	9
2	COCHAPAMBA	5
3	JIPIJAPA	12
3	RUMIPAMBA	8
3	ÍNAQUITO	25
3	BELISARIO QUEVEDO	10
3	MARISCAL SUCRE	12
	TOTAL DE RADIOBASES	124

Fuente: Adaptado de las Estadísticas de Infraestructura del Servicio Móvil Avanzado (ARCOTEL , 2019)

En base, a la distribución por clúster, se ubican los eNodoBs existentes de acuerdo con el **anexo A**, cubriendo un área de 14.1 Km² y un polígono de perímetro de 19.6 Km. El mapa cartográfico digital que se utilizará para el estudio es Google Earth¹⁵.

La Figura 23, muestra la ubicación de las radiobases de LTE del clúster 1.

¹⁵ Google Earth: es un programa informático geográfico que muestra un globo terráqueo basado en imágenes satelitales.

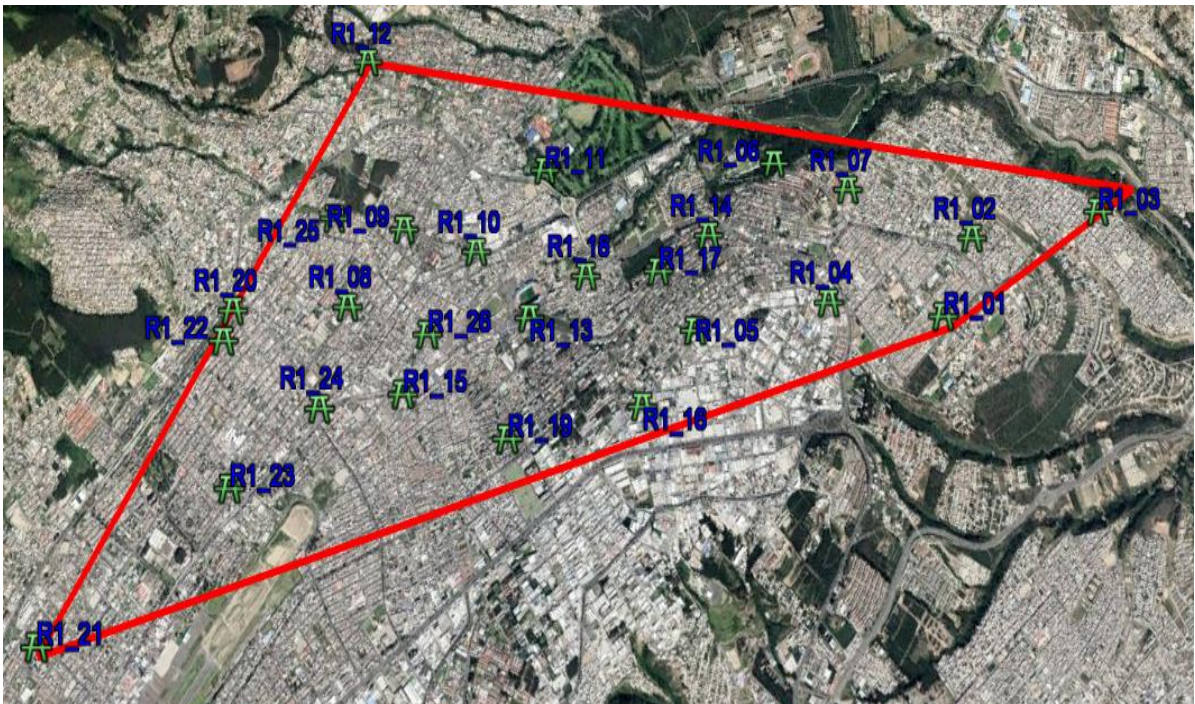


Figura 23.- Ubicación de las radiobases de LTE del clúster 1
Fuente: Adaptado al mapa cartográfico digital Google Earth (Diego Molina, 2020)

Para el clúster 2, se ubican los eNodoBs existentes de acuerdo con el **anexo B**, cubriendo un área de 24.30 Km² y un polígono de perímetro de 21.8 Km. En la Figura 24, se visualizan las radiobases de LTE del clúster 2.

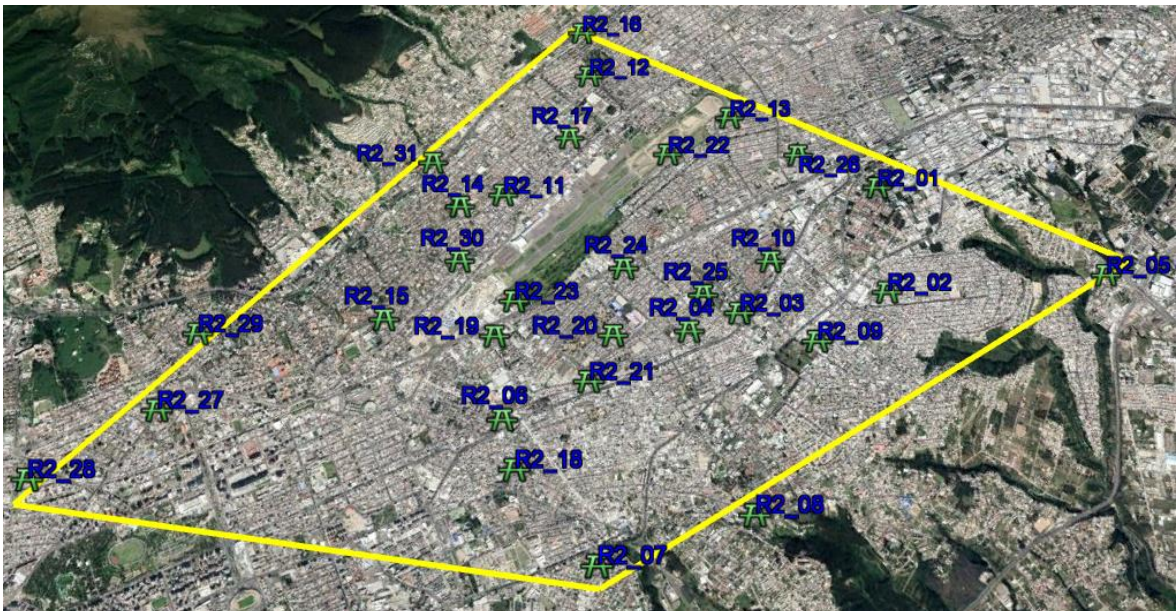


Figura 24.- Ubicación de las radiobases de LTE del clúster 2
Fuente: Adaptado al mapa cartográfico digital Google Earth (Diego Molina, 2020)

De igual manera para el clúster 3, en la Figura 25, se muestran los eNodoBs existentes de acuerdo con el **anexo C**, cubriendo un área de 18.10 Km² y un polígono de perímetro de 18 Km.

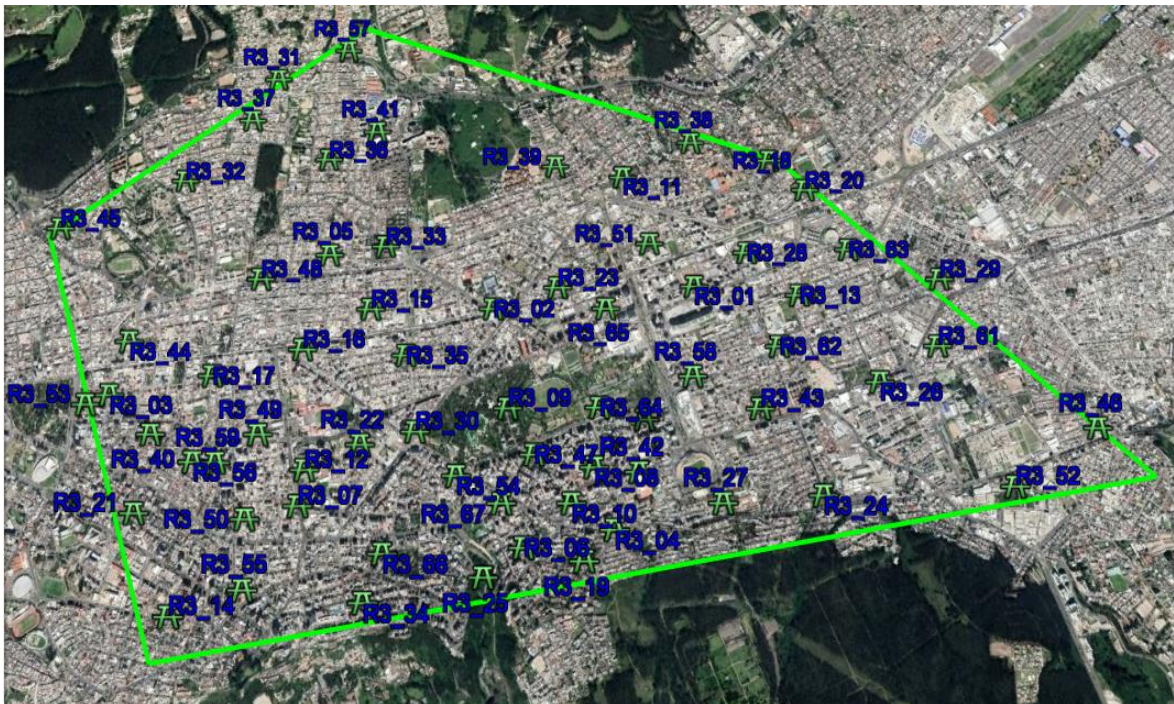


Figura 25.- Ubicación de las radiobases de LTE del clúster 3
Fuente: Adaptado al mapa cartográfico digital Google Earth (Diego Molina, 2020)

2.3. Drive Test en la cobertura de la banda de 2100 MHZ (AWS)

El drive test es un procedimiento de monitoreo móvil que se realiza a las radiobases de zonas específicas para determinar huecos de cobertura, niveles en la intensidad de la señal recolectando datos sobre el estado de una red celular.

Para realizar estos procedimientos actualmente se aprovecha de aplicaciones móviles que se pueden instalar en los smartphones¹⁶; tienen la ventaja de tener incorporadas herramientas digitales como GPS, mapas digitales, parámetros de cobertura, indicadores de la intensidad de la señal móvil, etc. Estas herramientas facilitan los drives test con un solo equipo móvil y a costos accesibles.

Para este estudio en la banda de 2100 MHz (AWS), se utiliza la aplicación móvil **G-NETTRACK LITE**¹⁷ como se presenta en la Figura 26, la misma que incluye como función principal el parámetro RSRP (Señal de referencia de potencia recibida), el cual permite medir el nivel de la señal de las redes LTE actuales y evidenciar problemas de cobertura e intensidad de la señal de los dispositivos móviles (UE).

¹⁶ Smartphones: son teléfonos Inteligentes con capacidad de realizar tareas similares a un computador.

¹⁷ G-NETTRACK LITE: es una aplicación móvil que permite monitorear y analizar redes 2G,3G o 4G

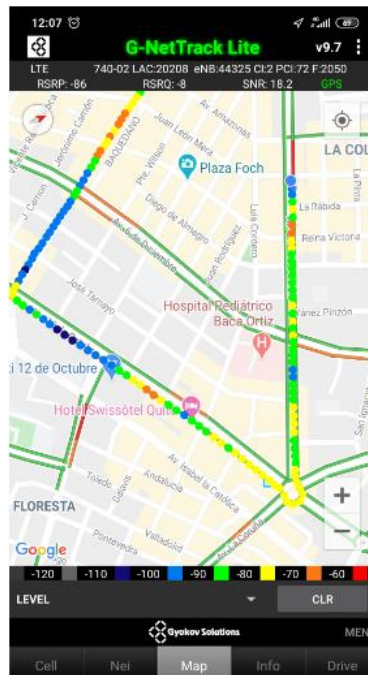


Figura 26.- Interfaz de la aplicación G-NETTRACK LITE
Fuente: G-NetTrack Pro - Lite Manual (Gyokov Solutions, 2020)

RSRP es la potencia de la señal en una celda relacionada cuando un dispositivo móvil (UE) se mueve de una celda a otra en el proceso de selección / re-selección de celda o disposiciones de handover¹⁸. RSRP normalmente es expresada en dBm y se utiliza principalmente para hacer una clasificación entre las diferentes celdas candidatas de acuerdo con su intensidad de señal de un sector específico. El punto de referencia del RSRP es la antena del dispositivo móvil (UE) (Arimas, 2020). En la Figura 27, se muestra en general el proceso de selección de radiobases LTE a través del RSRP.



Figura 27.- Selección de radiobases LTE a través del RSRP
Fuente: LTE RSSI, RSRP a RSRQ Measurement (CableFree, 2020)

¹⁸ Handover: transferencia de servicios móviles de una radiobase a otra cuando la calidad de la señal es insuficiente en una de las radiobases.

Los niveles de la señal de referencia de potencia recibida varían en el rango de - 60 dBm cuando están cerca de una radiobase LTE a -120 dBm en el borde de la cobertura LTE, como se muestra en la Figura 28.

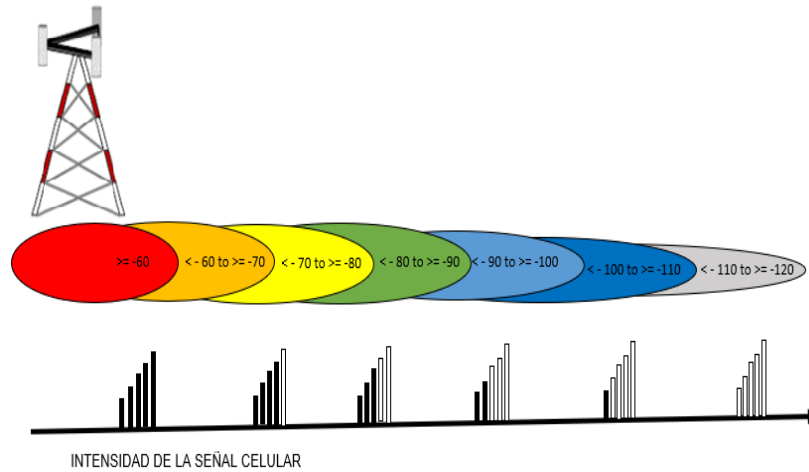


Figura 28.- Cobertura del RSRP para LTE

Fuente: Adaptado de Niveles de Potencia para LTE (RSRP) (ARAS Technologies, 2018)

A continuación, en la Tabla 8, se realiza la clasificación del RSRP, de acuerdo con sus intervalos en dBm y la descripción cualitativa de la intensidad de la señal. Para evaluar el estado la cobertura de red LTE de la operadora móvil; el uso de colores representativos permite identificar la calidad de señal en los mapas.

Tabla 8

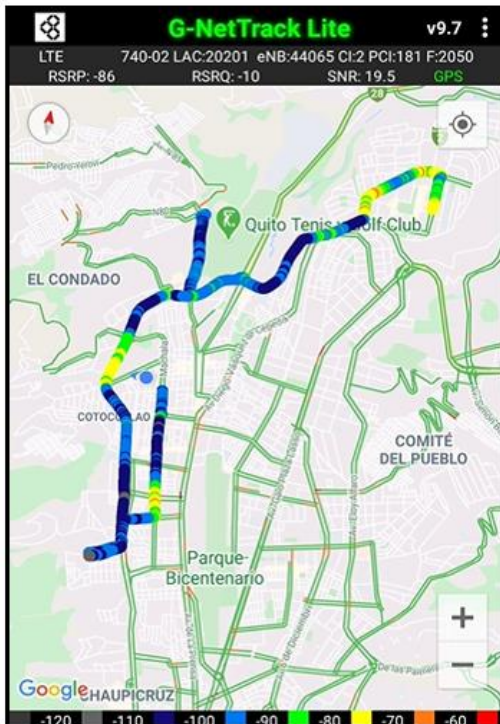
Clasificación descriptiva del RSRP

RSRP (Potencia de Recepción de Señal de Referencia)		
Indicadores	dBm	Descripción Cualitativa
Excelente	≥ -60	La intensidad de la señal es excelente, está a pocos metros de la RBS
Bueno	< -60 to ≥ -70	Muestra niveles buenos de intensidad de la señal
Aceptable	< -70 to ≥ -80	Muestra niveles aceptables de intensidad de la señal
Regular	< -80 to ≥ -90	La intensidad de la señal podría presentar intermitencias
Inestable	< -90 to ≥ -100	La intensidad de la señal es inestable, forzando a los dispositivos móviles
Bajo	< -100 to ≥ -110	La intensidad de la señal muestra problemas de conexión
Borde de la celda	< -110 to ≥ -120	No se garantiza el servicio, la intensidad de la señal es nula

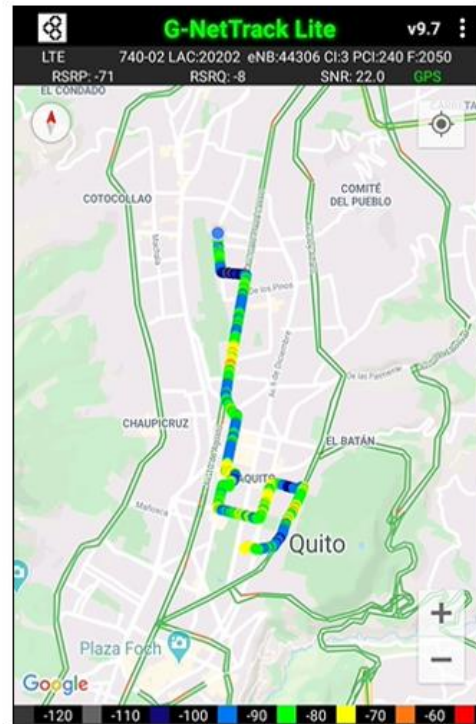
Fuente: Adaptado del Diseño de Cobertura de Telecomunicaciones LTE (Pozo, 2017)

Considerando la zona de estudio establecida, se presenta en la Figura 29, el drive test con aplicación G- NETTRACKLITE de los clústers 1,2 y 3 en la banda de 2100 MHz (AWS).

a) Clúster 1



b) Clúster 2



c) Clúster 3



Figura 29.- Drive Test de la Zona de Estudio: a) Clúster 1 b) Clúster 2 c) Clúster 3
Fuente: Drives Test con la aplicación G-NETTRACK LITE (Diego Molina, 2020)

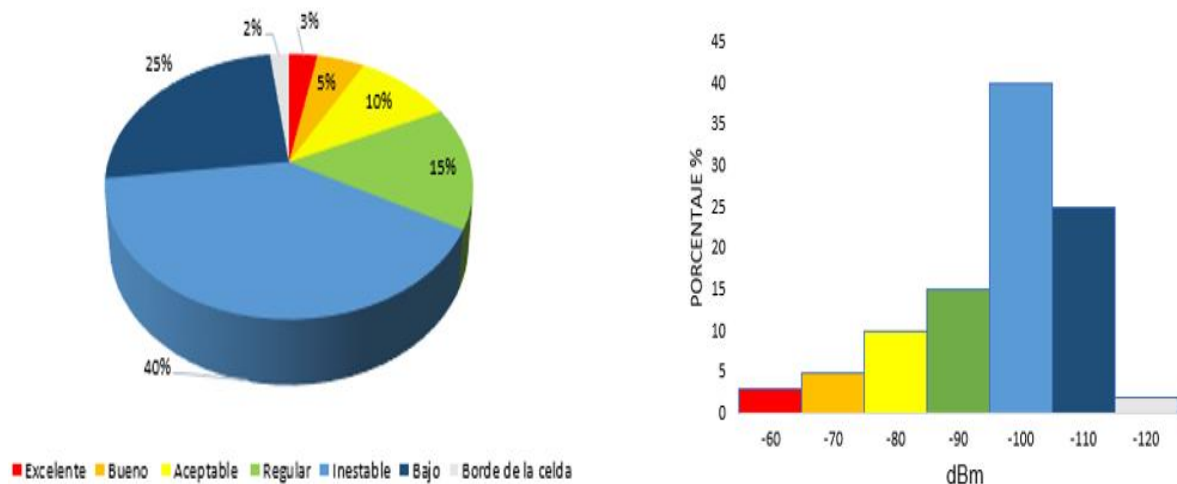
Tabla 9

Porcentajes actuales de los indicadores de la señal RSRP de cobertura de la red LTE de la operadora móvil CNT E.P para el área de estudio

Nivel RSRP				
Indicadores	dBm	Porcentaje		
		Clúster 1	Clúster 2	Clúster 3
Excelente	≥ -60	3%	2%	5%
Bueno	< -60 to ≥ -70	5%	3%	10%
Aceptable	< -70 to ≥ -80	10%	15%	25%
Regular	< -80 to ≥ -90	15%	50%	45%
Inestable	< -90 to ≥ -100	40%	20%	10%
Bajo	< -100 to ≥ -110	25%	10%	5%
Borde de la celda	< -110 to ≥ -120	2%	0%	0%
TOTAL		100%	100%	100%

Fuente: Datos tomados de la aplicación G-NETTRACK LITE (Diego Molina, 2020)

Con los datos obtenidos, del drive test de la Tabla 9, se muestra en la Figura 30, la representación estadística de los porcentajes actuales de los indicadores de la señal RSRP de cobertura de la red LTE AWS del clúster 1 de la operadora móvil CNT E.P.



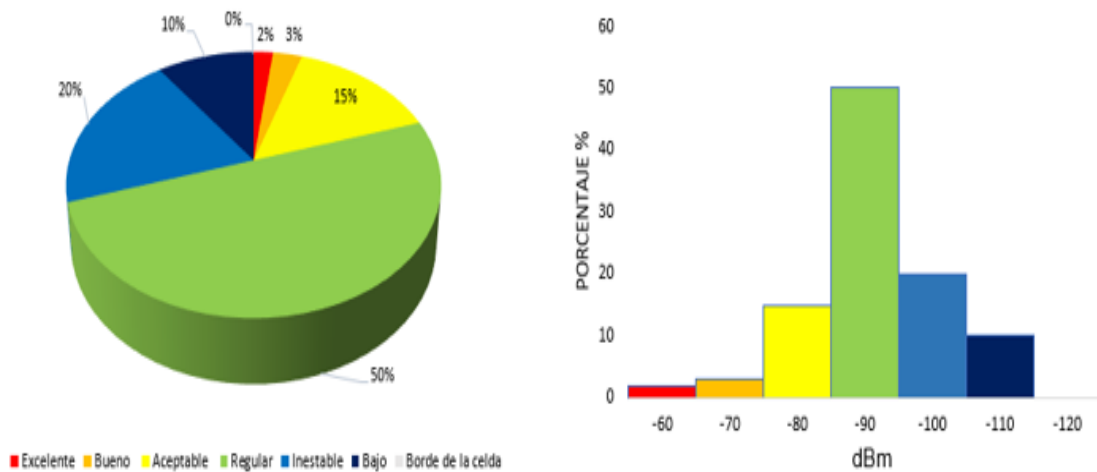
a) Porcentaje de los Indicadores del RSRP Clúster 1

b) Porcentaje de los dBm del RSRP Clúster 1

Figura 30.- Representación estadística de cobertura LTE para clúster 1: a) Porcentaje de los Indicadores b) Porcentaje de los dBm

Fuente: Datos obtenidos de la Tabla 9 (Diego Molina, 2020)

Para el clúster 2, se utiliza también los datos de la Tabla 9 y se muestra en la Figura 31, la representación estadística de los porcentajes actuales de los indicadores de la señal RSRP de cobertura de la red LTE AWS.



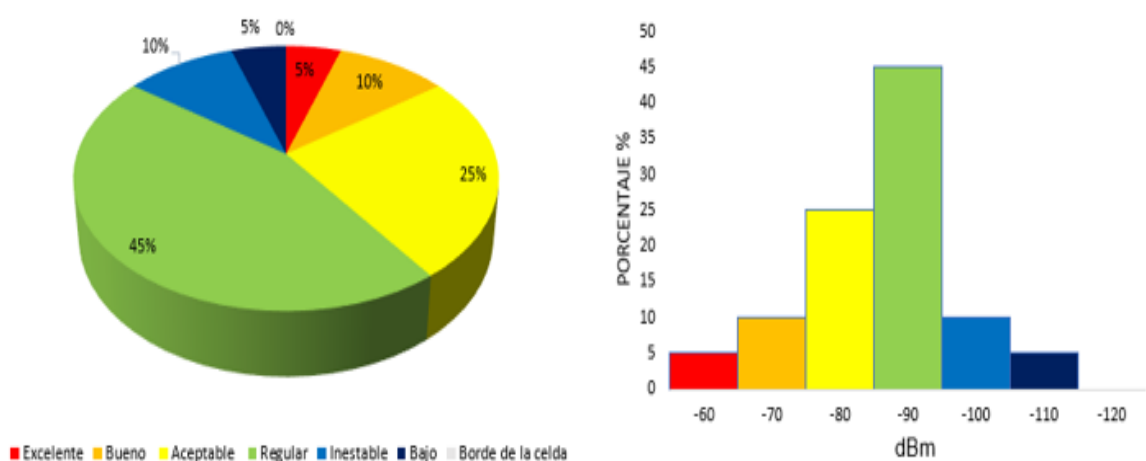
c) Porcentaje de los Indicadores del RSRP Clúster 2

d) Porcentaje de los dBm del RSRP Clúster 2

Figura 31.- Representación estadística de cobertura LTE para clúster 2: c) Porcentaje de los Indicadores d) Porcentaje de los dBm

Fuente: Datos obtenidos de la Tabla 9 (Diego Molina, 2020)

Finalmente, con los datos obtenidos de la Tabla 9, se muestra en la Figura 32, la representación estadística de los porcentajes actuales de los indicadores de la señal RSRP de cobertura de la red LTE AWS del clúster 3.



e) Porcentaje de los Indicadores del RSRP Clúster 3

f) Porcentaje de los dBm del RSRP Clúster 3

Figura 32.- Representación estadística de cobertura LTE para clúster 3: e) Porcentaje de los Indicadores f) Porcentaje de los dBm

Fuente: Datos obtenidos de la Tabla 9 (Diego Molina, 2020)

En base a los resultados estadísticos de los indicadores de la señal RSRP de los clústers 1, 2 y 3, se puede evidenciar predominancia de la intensidad de la señal regular e inestable. Esto provoca señales con intermitencias eventuales que forzan a los dispositivos móviles a buscar celdas con mejor cobertura.

Por consiguiente, los histogramas de los **clústers** 1,2 y 3, muestran que los rangos más comunes de intensidad de la señal, está entre los intervalos < -80 to ≥ -90 y < -90 to ≥ -100 , corroborando la baja calidad de la cobertura en la zona de estudio.

2.4. Funcionalidades y requerimientos técnicos para la implementación de la Tecnología LTE en la banda de 700 MHz

En la ciudad de Quito la operadora de telefonía CNT E.P dispone de radiobases propias, arrendadas o coubicadas, las cuales pueden ser de infraestructura de varios tipos como monopolos, torres, torretas y mástiles.

De acuerdo con la Figura 33, se presenta el diagrama general de instalación de las radiobases existentes a nivel de conexión de equipos e infraestructura.

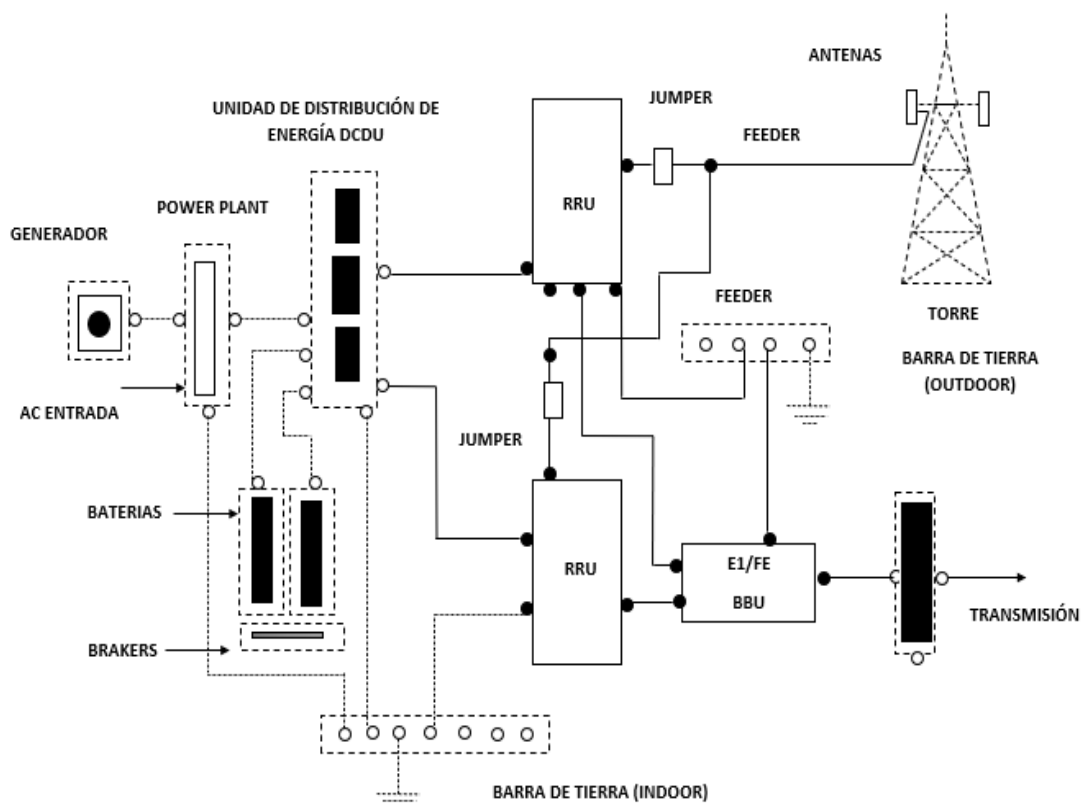


Figura 33.- Diagrama general de la instalación de las radiobases existentes a nivel de conexión de equipos e infraestructura

Fuente: Elaboración del autor (Diego Molina, 2020)

A continuación, la descripción de los elementos que conforma el diagrama general de la instalación de las radiobases existentes:

1. Generador: Equipo que genera energía eléctrica en caso de fallas o cortes de la red principal de energía.
2. Power Plant (Planta de Power): Es la unidad de energía principal que convierte la corriente alterna AC en corriente continua DC.
3. Breakers: Dispositivo de conmutación que permite abrir o interrumpir un circuito eléctrico.
4. Baterías: Dispositivos de almacenamiento de energía eléctrica en forma química, que entrega corriente continua de forma controlada en caso de cortes o fallas de energía.
5. DCDCU (Unidad distribución de corriente continua): Es la unidad que permite la energización de los equipos a través de la corriente continua.
6. RRU (Unidad de Radio Remoto): Es el equipo que realiza el procesamiento de la señal que entregan las Antenas.
7. Jumper: Medio de transmisión de cobre para la comunicación de la RRU y la Antena
8. BBU (Unidad de Banda Base): Es la unidad encargada de realizar el procesamiento y comunicación de la señal entregada por la RRU y enviada al equipo de transmisión.
9. Feeder: Extensión adicional del jumper para alcanzar largas distancias.
10. Barras de Tierra: Son elementos para disipar las cargas estáticas de los equipos hacia el suelo.
11. Antenas: Dispositivo para la transmisión y recepción de ondas de radio.
12. Transmisor: Es el equipo que permite transmitir la señal por la BBU en forma eléctrica, óptica o de radiofrecuencia, a través del enlace de transmisión.
13. Torres: Infraestructuras civiles metálicas, diseñadas para soportar las antenas y equipos outdoor.

En base a estas soluciones outdoor la operadora puede acoplarse a la tecnología LTE 700 MHz, para incrementar la capacidad de las radiobases.

LTE 700 MHz, al ser una tecnología que se ajusta a las radiobases existentes, se aprovechará de las siguientes particularidades:

- La reutilización de la infraestructura civil
- La reutilización de la unidad de Banda base.
- La escalabilidad en el incremento de tarjetería (placas electrónicas) en la unidad de banda base.
- Conservación de la unidad de energía, si la radiobase no está sobrecargada a nivel de consumo de energía.
- Conservación del enlace de transmisión.

En el mercado ecuatoriano existen varios vendedores¹⁹, multinacionales como Huawei, Nokia, ZTE, entre otros. Estos vendedores ofrecen soluciones de implementación en el área de las telecomunicaciones para las diferentes operadoras móviles que están presente en el país. Estos vendedores, son capaces de cumplir los requerimientos técnicos para la implantación de la tecnología LTE 700 MHz.

¹⁹ Vendedores: son proveedores de servicios y equipamiento en el área de telecomunicaciones a nivel mundial.

Actualmente la operadora CNT E.P, dispone de equipamiento del vendedor Huawei²⁰ Technologies en su gran parte en la infraestructura de la red 3G y en la 4G LTE 2100 MHz (Contraloría General del Estado , 2018).

Por consiguiente, para esta solución nos enfocamos en el uso del equipamiento, infraestructura y diseño de soluciones de implementación de nuevas tecnologías en base al vendedor Huawei Technologies.

En la Figura 34, se presenta un esquema para la implementación de la solución de la tecnología LTE 700 MHz en las radiobases existentes de la operadora móvil CNT. EP.

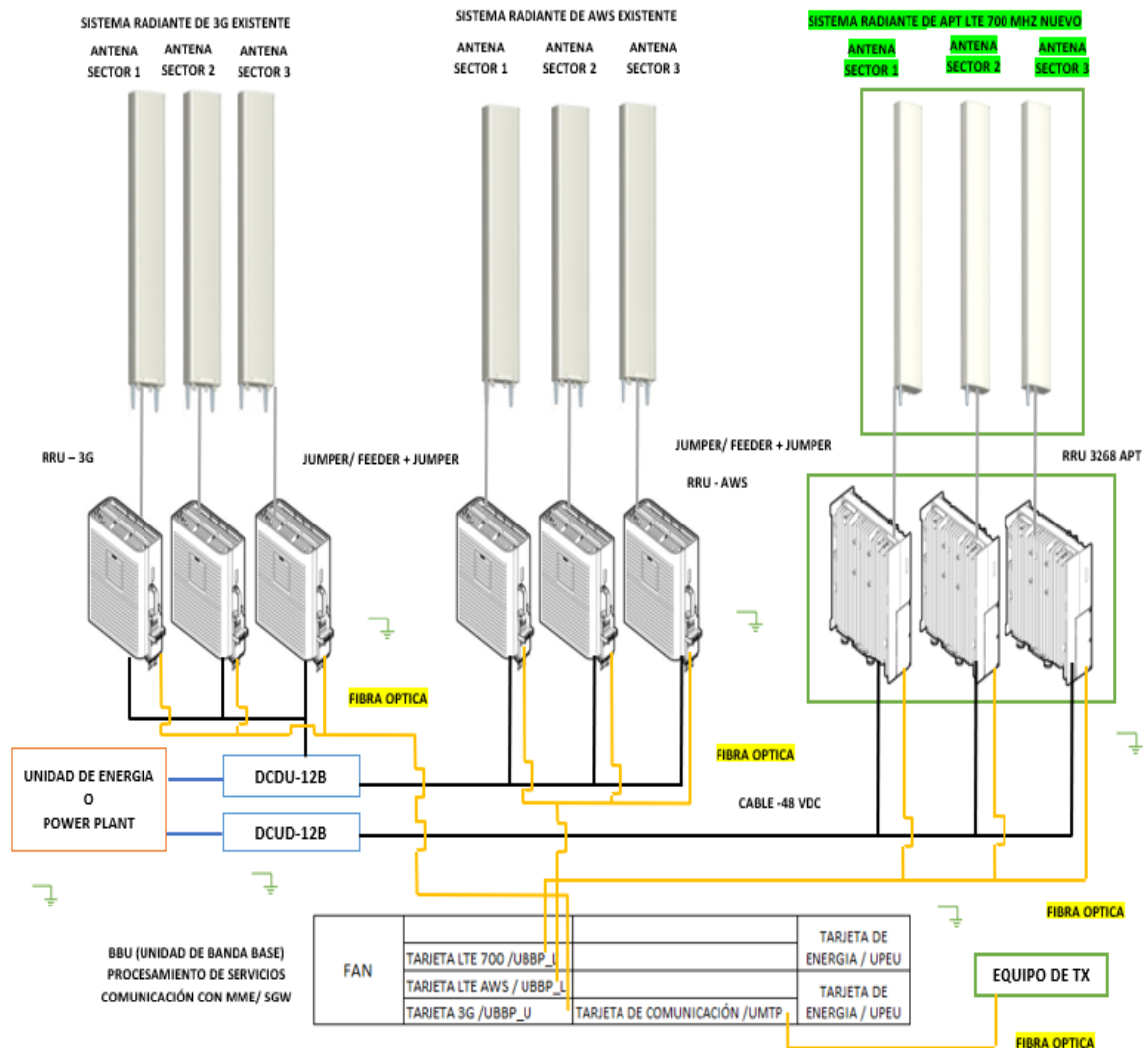


Figura 34.- Esquema general para la implementación de la solución de la tecnología LTE 700 MHz

Fuente: Elaboración del autor (Diego Molina, 2020)

²⁰ Huawei Technologies: compañía de origen China, que fabrica equipos y proporciona servicios de telecomunicaciones a nivel mundial.

En base al escenario del esquema general de la Figura 34, los equipos principales que podría necesitar la Operadora Móvil para implementar la tecnología LTE 700 MHz en las radiobases existentes, son los siguientes:

- Tarjeta (placa electrónica) UBBP LTE 700: Permitirá la comunicación entre la Unidad de banda base y las RRUs que trabajan en la banda de 700 Mhz
- Tarjeta (placa electrónica) UPEU: Permitirá la redundancia de energía y mejora la capacidad de energía en la unidad de banda base.
- DCDU 12B: Permitirá las conexiones DC de nuevas cargas como las RRUs.
- RRUs en Banda 700 MHz: permitirán el procesamiento de la señal transmitida de las antenas.
- Antenas sectoriales: permitirá trabajar en el rango de frecuencia de 690 a 960 MHz.
- Fibras ópticas: Se utilizará para la conexión de las RRUs de banda 700 MHz hacia la tarjeta UBBP LTE 700.
- Cable de energía: Se utilizará para la energización de los equipos.
- Equipo de Trasmisión: permitirá transmitir las señales de la BBU a las centrales u otras radiobases.

El acoplamiento de esta solución en las radiobases existentes, se lo debe realizar en ventana de mantenimiento, debido a la afectación que puede ocasionar a las tecnologías existentes de 3G y 4G en la banda de 2100 MHz. Los elementos como la tarjeta electrónica para la unidad de banda base, cambio en el módulo de distribución de energía para las nuevas cargas, conexión a la unidad de transmisión y configuraciones de los equipos, necesariamente necesitan suspender los servicios en la radiobase que va a ser intervenida para instalar los nuevos elementos.

Los equipos como las RRUS y Antenas al ser equipos exteriores que se instalan en la infraestructura civil de la radiobase, se podrían implementar sin la necesidad de suspender los servicios y adelantar la instalación de la tecnología.

Una de las principales características acerca de los equipos que ofrece el vendedor para implementaciones de nuevas soluciones outdoor, es que sus equipos son fabricados con la protección IP65²¹, lo que permite que disponga de resistencia y durabilidad en ambientes hostiles donde se pretenda realizar la instalación de la solución.

Finalmente, después de haber limitado la zona de estudio, realizado el drive test de la cobertura en la banda 2100 MHz y revisado el equipamiento necesario para la implantación de la tecnología LTE en la banda de 700 MHz, en el siguiente capítulo se evaluará el desempeño de la red en la banda actual de 2100 MHz y con el complemento de la nueva banda mediante un software de predicciones. También se analizará la factibilidad económica de la implementación de la tecnología LTE en la banda de los 700 MHz.}

²¹ IP65: nivel de protección en la fabricación de equipos eléctricos y electrónicos para ambientes hostiles.

CAPÍTULO III

En el presente capítulo, se analiza el desempeño de la cobertura celular LTE actual en la banda de 2100 MHz y con el complemento de la banda de 700 MHz, mediante la aplicación del software de predicciones de cobertura ATOLL. También se muestra el análisis de factibilidad económica de la implantación de la tecnología LTE en la banda de 700 MHz.

3. Análisis comparativo de la cobertura entre la implementación actual LTE en la banda de 2100 MHz y con el complemento en la banda de 700 MHz en la Zona Norte de la ciudad de Quito

En base a la zona geográfica determinada en el capítulo anterior y como se muestra en la Figura 35, la operadora CNT E.P actualmente brinda el servicio LTE en la banda de 2100 MHz. (Contraloría General del Estado , 2018). En esta zona, se analiza la cobertura LTE en la banda mencionada para la comparación con los datos obtenidos del drive test y la predicción de cobertura con el complemento en la banda de 700 MHz. Esto se realizará mediante la aplicación del software Atoll versión trial.

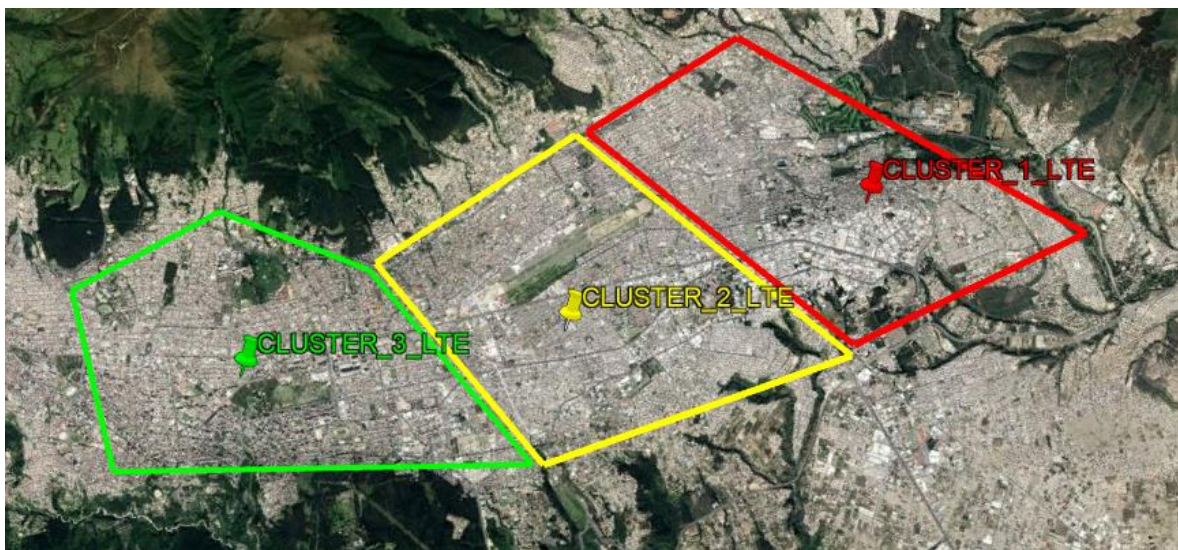


Figura 35.- Área geográfica de la Zona Norte de la ciudad de Quito
Fuente: Tomado del mapa cartográfico digital Google Earth (Diego Molina, 2020)

3.1. Software de diseño, optimización y predicción Atoll

El software de simulación ATOLL fue creado por la compañía Fokrs en Estados Unidos. Es una plataforma de simulación, optimización y diseño de redes inalámbricas de largo alcance para distintas tecnologías como GSM, UMTS, LTE y entre otras. (Zambrano, 2017)

En la Figura 36, se muestra la interfaz gráfica de usuario del software de simulación ATOLL

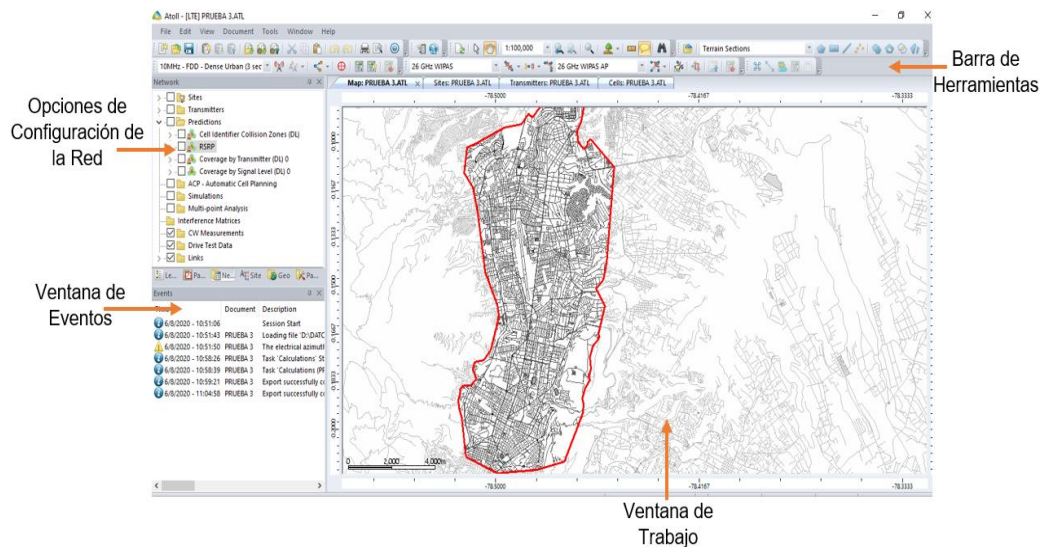


Figura 36.- Interfaz gráfica de usuario del Software Atoll

Fuente: Elaboración del autor (Diego Molina, 2020)

Este software permite que los operadores de telefonía celular realicen predicciones, planificaciones y estimaciones de sus redes móviles, para encontrar mejoras en la cobertura y optimizar recursos en la red.

El presente estudio, utiliza el software para analizar la cobertura existente en la banda de 2100 MHz y realizar las predicciones de cobertura con el complemento en la banda de 700 MHz.

Antes de emplear el software ATOLL es necesario considerar:

1. Información del relieve de la zona de estudio:
Se utilizará mapas cartográficos digitales de Google Earth y Global Mapper, por la compatibilidad con el software.
2. Creación de los sitios o radiobases:
Con la asignación de nombre, ubicación de cada radiobase a través de coordenadas de longitud, latitud y altitud se conformarán los clústers
3. Creación de los transmisores:
Se determinará el número de celdas que van a estar asociados a las radiobases. Se seleccionará el tipo de antena, parámetros de orientación como el Azimuth²², el TM²³ y el TE²⁴.
4. Selección del modelo de propagación:
Modelos que usan expresiones matemáticas, esquemas y algoritmos para representar las características del comportamiento de la señal que es transmitida. Esta señal puede presentar pérdidas por las condiciones del ambiente como: entornos urbanos, entornos

²² Azimut: es el grado de giro que se aplica a la antena para cubrir un área determinada.

²³ (TM): el tilt mecánico es el cambio en la inclinación mecánica de una antena, que se realiza para la modificación en la propagación de la señal sin interferir en la fase de esta.

²⁴ (TE): el tilt eléctrico es el cambio que se realiza en la dirección de la fase de la señal que se propaga de la antena sin modificar la posición física de esta.

rurales, bosque, mar, alta densidad de población, frecuencias de operación, entre otras características.

5. Creación de las celdas:

Se relaciona con los transmisores creados. Se definirá la banda de frecuencia a operar con el respectivo ancho de banda, la potencia de cada celda, los valores de descarga, y carga de cada celda.

A continuación, la Figura 37, muestra el diagrama de flujo para la creación de un proyecto en el software ATOLL.

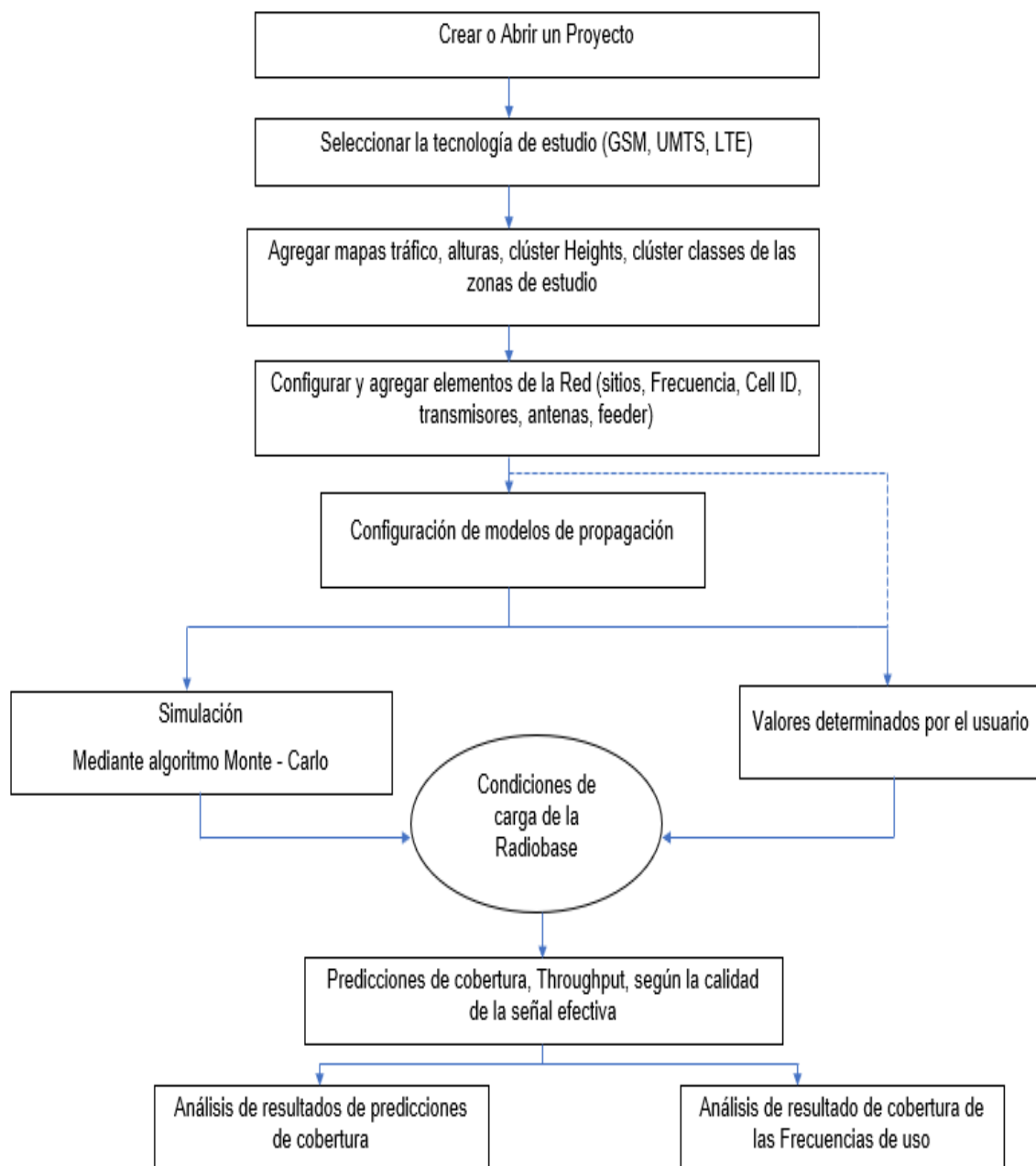


Figura 37.- Flujo del proceso de creación de un proyecto en el software ATOLL

Fuente: Adaptado del Dimensionamiento de un clúster de Red LTE para brindar cobertura en la zona comercial de la ciudad de Loja (Cuenca, 2017)

En base a la información planteada en el apartado 3.1, se creó el proyecto en el software Atoll, con los pasos del flujograma de la Figura 38, que son los siguientes:

- Crear el proyecto
- Seleccionar la tecnología a estudiar
- Agregar la información de mapas cartográficos de la zona de estudio
- Agregar la información de los sitios
- Agregar la información de los transmisores
- Selección del modelo de propagación.
- Agregar la información de las celdas
- Simulación de la predicción de cobertura de la zona de estudio
- Análisis de los resultados de las predicciones de cobertura.

El software Atoll, evalúa el nivel de intensidad de la señal mediante predicciones de zonas de cobertura en función de la señal (Zambrano, 2017).

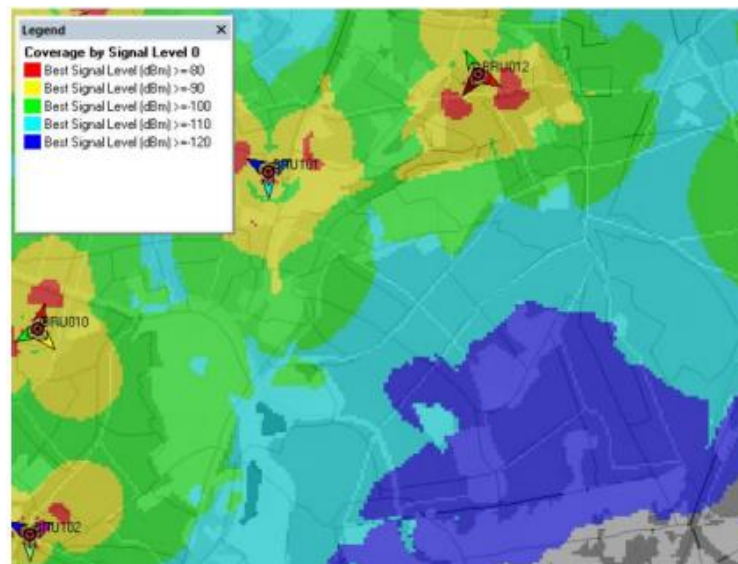


Figura 38.- Predicción de cobertura del nivel de la señal en el software Atoll de una red existente
Fuente: Desarrollo del planning de la red LTE en la banda 28 (Zambrano, 2017)

La configuración de predicción por nivel de la señal en software Atoll de la Figura 38, permite visualizar el estado de cobertura por niveles de intensidad en el mapa cartográfico. Además, se valida si existen áreas geográficas que no tienen señal o en las que ésta es insuficiente.

3.2. Parámetros para la cobertura de LTE en la banda 2100 MHz en la Zona Norte de la ciudad de Quito

Para empezar el análisis de cobertura con el software Atoll, se utilizan los parámetros iniciales mencionados en el apartado 3.1. En base al área geográfica delimitada en la Figura 35, se realizan aproximaciones de mapas cartográficos de la zona de estudio como se presenta en la Figura 39.

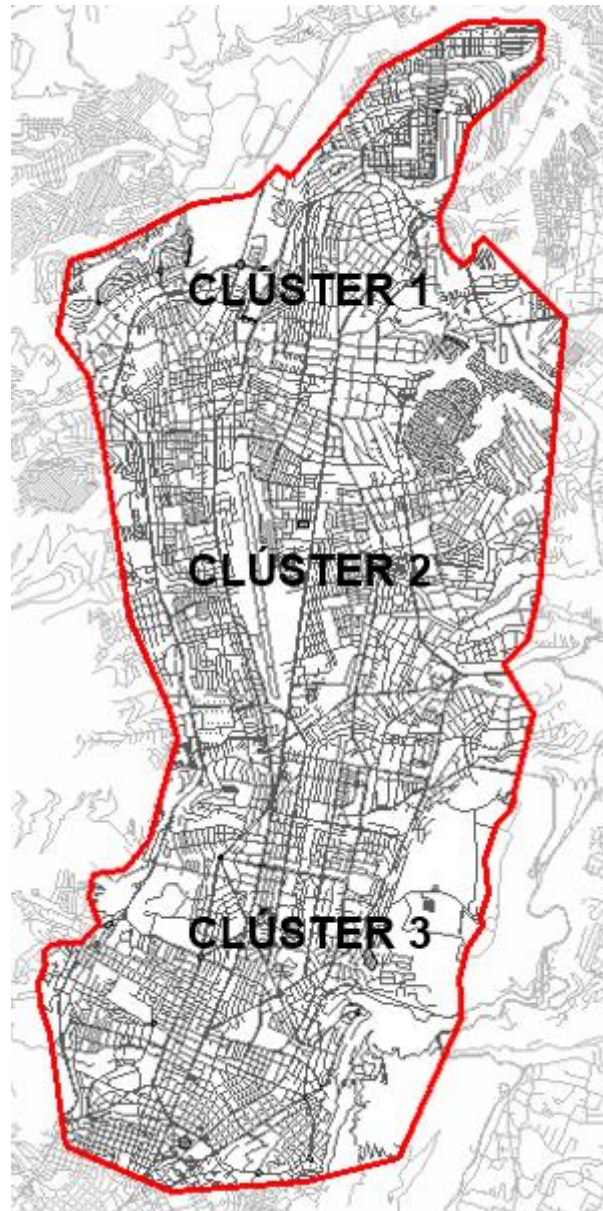


Figura 39.- Mapa Cartográfico de Zona Norte de la Ciudad de Quito

Fuente: Google Earth adaptado al Software Atoll, elaboración del autor (Diego Molina, 2020)

Para la creación de los sitios del clúster 1 en el software Atoll, se emplea el listado de sitios del **anexo A**, como se presenta en la Figura 40.

Name	Longitudo	Latitude	Altitude (m)	Comments
RBS_AGUA_CLARA_AWS	-78.4832	-0.11474	[2.829]	RBS CLUSTER 1 LTE 2100 MHZ
RBS_BUSTAMANTE_AWS	-78.49645	-0.11825	[2.797]	RBS CLUSTER 1 LTE 2100 MHZ
RBS_CARCELEN_AWS	-78.47317	-0.09305	[2.779]	RBS CLUSTER 1 LTE 2100 MHZ
RBS_CARCELEN_BAJO_AWS	-78.46867	-0.08284	[2.702]	RBS CLUSTER 1 LTE 2100 MHZ
RBS_CARCELEN_INDUSTRIAL_AWS	-78.47806	-0.1067	[2.872]	RBS CLUSTER 1 LTE 2100 MHZ
RBS_CARCELEN_JOSEFINOS_AWS	-78.46346	-0.07501	[2.618]	RBS CLUSTER 1 LTE 2100 MHZ
RBS_CC_CONDADO_AWS	-78.49274	-0.10269	[2.700]	RBS CLUSTER 1 LTE 2100 MHZ
RBS_CENTRAL_CARCELEN_AWS	-78.47856	-0.1011	[2.843]	RBS CLUSTER 1 LTE 2100 MHZ
RBS_COL_EINSTEIN_AWS	-78.481557	-0.90151	[3.842]	RBS CLUSTER 1 LTE 2100 MHZ
RBS_COTOCOLLAO_AWS	-78.49712	-0.11244	[2.781]	RBS CLUSTER 1 LTE 2100 MHZ
RBS_DIEGO_DE_VASQUEZ_AWS	-78.48278	-0.10068	[2.794]	RBS CLUSTER 1 LTE 2100 MHZ
RBS_EL_PORVENIR_AWS	-78.501889	-0.124333	[2.865]	RBS CLUSTER 1 LTE 2100 MHZ
RBS_ENTRADA_ESTADIO_AWS	-78.492563	-0.109481	[2.745]	RBS CLUSTER 1 LTE 2100 MHZ
RBS_FLORIDA_AWS	-78.49666	-0.144861	[2.838]	RBS CLUSTER 1 LTE 2100 MHZ
RBS_HOSP_SAN_FRANCISCO_AWS	-78.476778	-0.087333	[2.731]	RBS CLUSTER 1 LTE 2100 MHZ
RBS_LA_PRENSA_AWS	-78.491850	-0.1225696	[2.793]	RBS CLUSTER 1 LTE 2100 MHZ
RBS_IDU_AWS	-78.48713	-0.1092	[2.750]	RBS CLUSTER 1 LTE 2100 MHZ
RBS_LEGARDA_AWS	-78.50107	-0.11573	[2.823]	RBS CLUSTER 1 LTE 2100 MHZ
RBS_MASTODONTES_AWS	-78.46706	-0.08766	[2.736]	RBS CLUSTER 1 LTE 2100 MHZ
RBS_MENA_DEL_HIERRO_AWS	-78.5067	-0.10794	[2.822]	RBS CLUSTER 1 LTE 2100 MHZ
RBS_NAZACOTA_AWS	-78.49003	-0.11849	[2.777]	RBS CLUSTER 1 LTE 2100 MHZ
RBS_PATRONATO_SAN_JOSE_AWS	-78.49138	-0.11509	[2.767]	RBS CLUSTER 1 LTE 2100 MHZ
RBS_PEDRO_ALVARADO_AWS	-78.501	-0.12586	[2.851]	RBS CLUSTER 1 LTE 2100 MHZ
RBS_PONCEANO_AWS	-78.48613	-0.10466	[2.731]	RBS CLUSTER 1 LTE 2100 MHZ
RBS_REAL_AUDIENCIA_AWS	-78.48179	-0.09661	[2.783]	RBS CLUSTER 1 LTE 2100 MHZ
RBS_VACA_DE_CASTRO_AWS	-78.493376	-0.1295680	[2.812]	RBS CLUSTER 1 LTE 2100 MHZ

Figura 40.- Ubicación de sitios del Clúster 1 en el Software Atoll
Fuente: Software Atoll, elaboración del autor (Diego Molina, 2020)

Prosiguiendo con el orden, para la creación de los sitios de clúster 2 en software Atoll, se usa el listado de sitios del **anexo B**, como se presenta en la Figura 41.

Name	Longitudo	Latitude	Altitude (m)	Comments
RBS_AMAGAS_DEL_INCA_AWS	-78.459498	-0.1461350	[2.899]	RBS CLUSTER 2 LTE 2100 MHZ
RBS_ARELLANO_AWS	-78.462639	-0.1587955	[2.861]	RBS CLUSTER 2 LTE 2100 MHZ
RBS_BICENTENARIO_AWS	-78.49201	-0.14653	[2.817]	RBS CLUSTER 2 LTE 2100 MHZ
RBS_BRASIL_AWS	-78.49302	-0.14986	[2.823]	RBS CLUSTER 2 LTE 2100 MHZ
RBS_BUGAMBILLAS_AWS	-78.471960	-0.1623791	[2.809]	RBS CLUSTER 2 LTE 2100 MHZ
RBS_CIPRESES_AWS	-78.476367	-0.1149228	[2.906]	RBS CLUSTER 2 LTE 2100 MHZ
RBS_COMITE_DEL_PUEBLO_AWS	-78.463845	-0.1234131	[2.871]	RBS CLUSTER 2 LTE 2100 MHZ
RBS_CORDILLERA_AWS	-78.489084	-0.152327	[2.802]	RBS CLUSTER 2 LTE 2100 MHZ
RBS_DE_LOS_PINOS_AWS	-78.464475	-0.1366972	[2.908]	RBS CLUSTER 2 LTE 2100 MHZ
RBS_EL_EDEN_AWS	-78.461093	-0.1328145	[2.903]	RBS CLUSTER 2 LTE 2100 MHZ
RBS_EL_INCA_AWS	-78.476444	-0.156278	[2.795]	RBS CLUSTER 2 LTE 2100 MHZ
RBS_EL_LABRADOR_AWS	-78.491685	-0.1599555	[2.831]	RBS CLUSTER 2 LTE 2100 MHZ
RBS_ISAAC_ALBENIZ_AWS	-78.48232	-0.15331	[2.797]	RBS CLUSTER 2 LTE 2100 MHZ
RBS_JOSE_BARREIRO_AWS	-78.474317	-0.140859	[2.847]	RBS CLUSTER 2 LTE 2100 MHZ
RBS_KENNEDY_AWS	-78.476897	-0.1272946	[2.892]	RBS CLUSTER 2 LTE 2100 MHZ
RBS_LA_BOTA_AWS	-78.467728	-0.1139214	[2.847]	RBS CLUSTER 2 LTE 2100 MHZ
RBS_LA_LUZ_AWS	-78.4773	-0.145839	[2.821]	RBS CLUSTER 2 LTE 2100 MHZ
RBS_LIZARZABURO_AWS	-78.47527	-0.14937	[2.807]	RBS CLUSTER 2 LTE 2100 MHZ
RBS_MACHALA_AWS	-78.497222	-0.134917	[2.833]	RBS CLUSTER 2 LTE 2100 MHZ
RBS_MANUEL_VALDIVIESO_AWS	-78.49761	-0.14967	[2.869]	RBS CLUSTER 2 LTE 2100 MHZ
RBS_MURIALDO_AWS	-78.468744	-0.1289302	[2.919]	RBS CLUSTER 2 LTE 2100 MHZ
RBS_PARQUE_INGLES_AWS	-78.501028	-0.133111	[2.864]	RBS CLUSTER 2 LTE 2100 MHZ
RBS_RAFAEL_AULESTIA_AWS	-78.48758	-0.13364	[2.816]	RBS CLUSTER 2 LTE 2100 MHZ
RBS_RAFAEL_RAMOS_AWS	-78.483944	-0.150583	[2.798]	RBS CLUSTER 2 LTE 2100 MHZ
RBS_REPUBLICA_COUB_AWS	-78.495474	-0.1804538	[2.844]	RBS CLUSTER 2 LTE 2100 MHZ
RBS_RUMIPAMBA_AWS	-78.479380	-0.1722933	[2.783]	RBS CLUSTER 2 LTE 2100 MHZ
RBS_SABANILLA_AWS	-78.478439	-0.1206659	[2.895]	RBS CLUSTER 2 LTE 2100 MHZ
RBS_SAN_CARLOS_AWS	-78.49327	-0.13938	[2.822]	RBS CLUSTER 2 LTE 2100 MHZ
RBS_TEODORO_SALEM_AWS	-78.481124	-0.1424201	[2.814]	RBS CLUSTER 2 LTE 2100 MHZ
RBS_TUFINO(P)O_AWS	-78.483005	-0.1236454	[2.858]	RBS CLUSTER 2 LTE 2100 MHZ
RBS_VILALENGUA_AWS	-78.494593	-0.1708818	[2.818]	RBS CLUSTER 2 LTE 2100 MHZ

Figura 41.- Ubicación de sitios del Clúster 2 en el Software Atoll
Fuente: Software Atoll, elaboración del autor (Diego Molina, 2020)

De la misma forma, para la creación de los sitios de clúster 3 en software Atoll, se utiliza el listado de sitios del **anexo C**, como se presenta en la Figura 42.

Name	Longitude	Latitude	Altitude (m)	Comments
RBS_AMAZONAS_AWS	-78.4847	-0.17271	[2,777]	RBS CLUSTER 3 LTE 2100 MHZ
RBS_ATAHUALPA_AWS	-78.4935734	-0.18362388	[2,830]	RBS CLUSTER 3 LTE 2100 MHZ
RBS_AV_AMAZONAS_TRR_AWS	-78.5021896	-0.20804915	[2,801]	RBS CLUSTER 3 LTE 2100 MHZ
RBS_BATAN_ALTO_AWS	-78.4723949	-0.18321263	[2,880]	RBS CLUSTER 3 LTE 2100 MHZ
RBS_BELISARIO_AWS	-78.49777	-0.191044	[2,829]	RBS CLUSTER 3 LTE 2100 MHZ
RBS_BELLAVISTA_AWS	-78.476904	-0.188548	[2,819]	RBS CLUSTER 3 LTE 2100 MHZ
RBS_BELLO_HORIZONTE_TRR_AWS	-78.4826510	-0.19906817	[2,796]	RBS CLUSTER 3 LTE 2100 MHZ
RBS_BENALCAZAR_AWS	-78.47866	-0.18302	[2,779]	RBS CLUSTER 3 LTE 2100 MHZ
RBS_CAROLINA_AWS	-78.48404	-0.1858	[2,767]	RBS CLUSTER 3 LTE 2100 MHZ
RBS_CHECOSLOVAQUIA_AWS	-78.477611	-0.185083	[2,794]	RBS CLUSTER 3 LTE 2100 MHZ
RBS_CINEMARK_AWS	-78.4915801	-0.17360053	[2,802]	RBS CLUSTER 3 LTE 2100 MHZ
RBS_CIRCULO_MILITAR_COUB_AWS	-78.48687	-0.197531	[2,782]	RBS CLUSTER 3 LTE 2100 MHZ
RBS_COL_CENTRAL_TECNICO_AWS	-78.4800792	-0.16588157	[2,782]	RBS CLUSTER 3 LTE 2100 MHZ
RBS_CORDERO_AWS	-78.4849044	-0.20793561	[2,806]	RBS CLUSTER 3 LTE 2100 MHZ
RBS_CUERO_CAICEDO_AWS	-78.49325	-0.190278	[2,803]	RBS CLUSTER 3 LTE 2100 MHZ
RBS_DORAL_AWS	-78.4939169	-0.19678108	[2,790]	RBS CLUSTER 3 LTE 2100 MHZ
RBS_DROIRAL_AWS	-78.49442	-0.20008	[2,786]	RBS CLUSTER 3 LTE 2100 MHZ
RBS_ECHEVERRIA_AWS	-78.489194	-0.1645	[2,802]	RBS CLUSTER 3 LTE 2100 MHZ
RBS_ECUAVISA_AWS	-78.473139	-0.187167	[2,876]	RBS CLUSTER 3 LTE 2100 MHZ
RBS_ESTACION_NORTE_AWS	-78.48641	-0.1637	[2,788]	RBS CLUSTER 3 LTE 2100 MHZ
RBS_FISCALIA_GENERAL_AWS	-78.49355	-0.20953	[2,798]	RBS CLUSTER 3 LTE 2100 MHZ
RBS_FLACSO_TRR_AWS	-78.486525	-0.194167	[2,777]	RBS CLUSTER 3 LTE 2100 MHZ
RBS_FLORON_TRR_AWS	-78.4910253	-0.18081593	[2,808]	RBS CLUSTER 3 LTE 2100 MHZ
RBS_GASPAR_DE_VILLAROEI_AWS	-78.4684997	-0.17152776	[2,879]	RBS CLUSTER 3 LTE 2100 MHZ
RBS_GONZALES_SUAREZ_AWS	-78.4744599	-0.19262209	[2,818]	RBS CLUSTER 3 LTE 2100 MHZ
RBS_GRANADOS_AWS	-78.4744	-0.1661	[2,792]	RBS CLUSTER 3 LTE 2100 MHZ
RBS_GUANGUITAHUA_AWS	-78.4703038	-0.17752376	[2,885]	RBS CLUSTER 3 LTE 2100 MHZ
RBS_INAQUITO_AWS	-78.4839725	-0.16769601	[2,782]	RBS CLUSTER 3 LTE 2100 MHZ
RBS_ISLA_SAN_CRISTOBAL_AWS	-78.4719415	-0.15575971	[2,800]	RBS CLUSTER 3 LTE 2100 MHZ
RBS_JARDIN_AWS	-78.485583	-0.191083	[2,773]	RBS CLUSTER 3 LTE 2100 MHZ
RBS_LA_COMUNA_AWS	-78.5116038	-0.18865015	[2,962]	RBS CLUSTER 3 LTE 2100 MHZ
RBS_LA_GASCA_AWS	-78.5103501	-0.19844820	[2,891]	RBS CLUSTER 3 LTE 2100 MHZ
RBS_LA_GRANJA_AWS	-78.4987408	-0.18732530	[2,854]	RBS CLUSTER 3 LTE 2100 MHZ
RBS_LA_INMACULADA_AWS	-78.4766230	-0.19864502	[2,715]	RBS CLUSTER 3 LTE 2100 MHZ
RBS_LA_PRADERA_AWS	-78.48972	-0.18956	[2,780]	RBS CLUSTER 3 LTE 2100 MHZ
RBS_LAS_CASAS_AWS	-78.5056031	-0.18889519	[2,889]	RBS CLUSTER 3 LTE 2100 MHZ
RBS_LIZARAZU_AWS	-78.5107078	-0.19337314	[2,911]	RBS CLUSTER 3 LTE 2100 MHZ
RBS_LOS_CABIDOS_AWS	-78.49265	-0.16813	[2,823]	RBS CLUSTER 3 LTE 2100 MHZ
RBS_MANOSCA_AWS	-78.4989721	-0.17770795	[2,883]	RBS CLUSTER 3 LTE 2100 MHZ
RBS_MARISCAL_SUCRE_AWS	-78.49313	-0.20447	[2,790]	RBS CLUSTER 3 LTE 2100 MHZ
RBS_MEDITROPOLI_AWS	-78.5009916	-0.18397460	[2,892]	RBS CLUSTER 3 LTE 2100 MHZ
RBS_MEGAMAXI_AWS	-78.4729147	-0.18053045	[2,860]	RBS CLUSTER 3 LTE 2100 MHZ
RBS_MINISTERIO_DEPORTES_AWS	-78.4738368	-0.17097592	[2,798]	RBS CLUSTER 3 LTE 2100 MHZ
RBS_MINISTERIO_FINANZAS_AWS	-78.5028790	-0.20222446	[2,810]	RBS CLUSTER 3 LTE 2100 MHZ
RBS_MIRAFLORES_AWS	-78.5091856	-0.20583518	[2,855]	RBS CLUSTER 3 LTE 2100 MHZ
RBS_MONTESERRIN_BAJO_AWS	-78.4645771	-0.15628471	[2,847]	RBS CLUSTER 3 LTE 2100 MHZ
RBS_MOSCU_AWS	-78.481006	-0.185689	[2,776]	RBS CLUSTER 3 LTE 2100 MHZ
RBS_MOSQUERA_AWS	-78.5022856	-0.19558731	[2,827]	RBS CLUSTER 3 LTE 2100 MHZ
RBS_MTOP_AWS	-78.490024	-0.19907	[2,783]	RBS CLUSTER 3 LTE 2100 MHZ
RBS_MULTICENTRO_AWS	-78.4814406	-0.20176855	[2,822]	RBS CLUSTER 3 LTE 2100 MHZ
RBS_NACIONES_UNIDAS_AWS	-78.488306	-0.17375	[2,790]	RBS CLUSTER 3 LTE 2100 MHZ
RBS_NODO_4_INAQUITO_MONTESERRIN_AWS	-78.4654662	-0.16294016	[2,841]	RBS CLUSTER 3 LTE 2100 MHZ
RBS_PATRIA_AWS	-78.4991402	-0.20986493	[2,799]	RBS CLUSTER 3 LTE 2100 MHZ
RBS_PLAZA_ARGENTINA_AWS	-78.48222	-0.19011	[2,771]	RBS CLUSTER 3 LTE 2100 MHZ
RBS_PLAZA_ARTIGAS_AWS	-78.4787324	-0.20520977	[2,802]	RBS CLUSTER 3 LTE 2100 MHZ
RBS_PLAZA_FOCH_AWS	-78.4854329	-0.20461229	[2,809]	RBS CLUSTER 3 LTE 2100 MHZ
RBS_POLIT_LASSO_AWS	-78.5059151	-0.17919662	[2,971]	RBS CLUSTER 3 LTE 2100 MHZ
RBS_QUICENTRO_NORTE_AWS	-78.480248	-0.175483	[2,781]	RBS CLUSTER 3 LTE 2100 MHZ
RBS_REINA_VICTORIA_AWS	-78.48976	-0.20182	[2,790]	RBS CLUSTER 3 LTE 2100 MHZ
RBS_REPUBLICA_DEL_SALVADOR_AWS	-78.47948	-0.17919	[2,789]	RBS CLUSTER 3 LTE 2100 MHZ
RBS_RIO_COCA_AWS	-78.4714849	-0.16081692	[2,813]	RBS CLUSTER 3 LTE 2100 MHZ
RBS_SHYRIS_AWS	-78.47914	-0.17014	[2,781]	RBS CLUSTER 3 LTE 2100 MHZ
RBS_TOMAS_DE_BERLANGA_AWS	-78.4792533	-0.16258557	[2,783]	RBS CLUSTER 3 LTE 2100 MHZ
RBS_TRIBUNA_AWS	-78.48144	-0.18113	[2,779]	RBS CLUSTER 3 LTE 2100 MHZ
RBS_TRIBUNAL_SUPREMO_AWS	-74.47964	-0.18854	[2,700]	RBS CLUSTER 3 LTE 2100 MHZ
RBS_VIVALDI_AWS	-78.48623	-0.17801	[2,787]	RBS CLUSTER 3 LTE 2100 MHZ
RBS_WHIMPER_TRR_AWS	-78.4765057	-0.19562884	[2,815]	RBS CLUSTER 3 LTE 2100 MHZ

Figura 42.- Ubicación de sitios del Clúster 3 en el Software Atoll
Fuente: Software Atoll, elaboración del autor (Diego Molina, 2020)

Para continuar con el proceso del análisis de cobertura es necesario definir el número de celdas asociadas a las radiobases, el tipo de antena, parámetros de orientación como el azimuth, la inclinación mecánica (TM), inclinación eléctrica (TE), modelo propagación, la banda de frecuencia a la que se va a trabajar, el ancho de banda, la potencia de cada celda, los valores de descarga y carga de cada celda.

La operadora estatal CNT E.P, dispone de reportes históricos de gestión para las tecnologías que brindan servicios de telefonía celular. Estos reportes permiten obtener datos generales sobre el sistema radiante de las radiobases. En base a los datos obtenidos de la red LTE, presentes en el **anexo D**, se determinará los parámetros como el número de celdas por radiobase, azimuth, inclinación mecánica, inclinación eléctrica, entre otros.

Para el modelo de propagación es importante definir la banda de frecuencia en que se va a analizar la cobertura. Para el caso de las radiobases de LTE existentes se emplea la banda de 2100 MHz.

Definida la banda se utiliza el **modelo de propagación empírico Cost-Hata** que se detalló en el **apartado 1.9.2**. Este modelo es ideal para emular estados de cobertura en entornos urbanos y considera la banda de operación de 2100 MHz (Trabaja con mejor precisión en las frecuencias desde de 800 MHz hasta 2500 MHz).

Para la creación de las celdas, en base al **anexo E**, se tendrán los datos del ancho de banda, la potencia de cada celda y los valores de descarga y carga de cada celda.

Resumiendo, la información más relevante de los **anexos D - E**, se presentan en la Tabla 10, los parámetros generales de análisis de la banda de 2100 MHz en el área de cobertura.

Tabla 10

Datos generales de la Red LTE en la Banda del 2100 MHz

Descripción	Característica
Antena	ADU451819
N° de puertos de transmisiones de la Antena	2
N° de puertos de Recepción de la Antena	2
Feeder (Guía de onda)	1/2" at 2100 MHz
Banda de Frecuencia	E-UTRA Band 4 - 20MHz
Modo del Sistema LTE	FDD-MIMO
Ancho de banda (MHZ)	20
Throughput de Traffic Load (DL) (Mbps)	100
Throughput de Traffic Load (UL) (Mbps)	50

Fuente: Anexo D - E (Diego Molina, 2020)

3.2.1. Estado de cobertura del Clúster 1

En base a los parámetros de configuraciones de radiofrecuencia de las radiobases de la banda 2100 MHz y la Tabla 10, se emplea el modelo de propagación Cost -Hata para analizar predicciones de cobertura. Con la información de los datos de transmisores y celdas del **anexo G**, en el software se realiza la simulación del estado de la cobertura del Clúster 1, en base de predicción por nivel de la señal RSRP que se muestra la Figura 43.

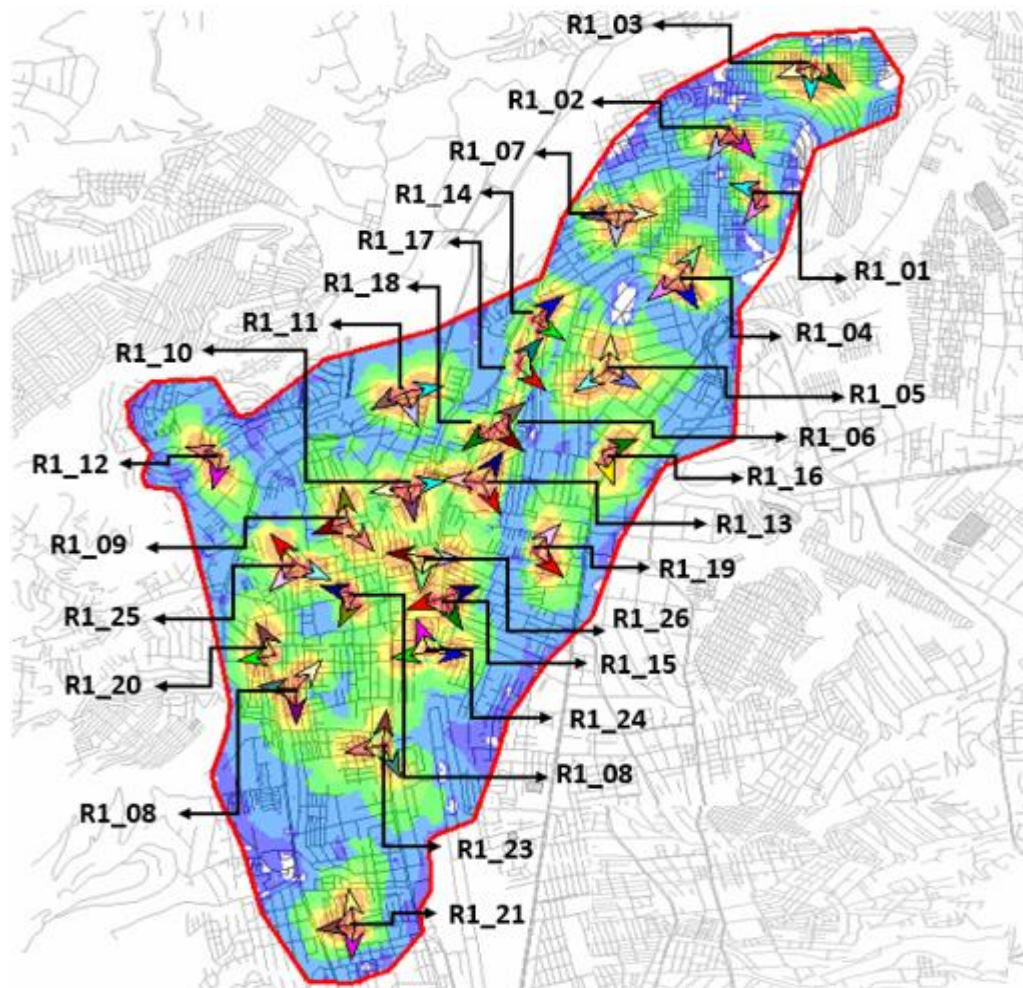


Figura 43.- Predicciones de cobertura del clúster 1, en la banda 2100 MHz, mediante el software Atoll

Fuente: Software Atoll, elaboración del autor (Diego Molina, 2020)

Con el mapa de cobertura mostrado en de la Figura 43, se obtienen los valores representativos de RSRP (usando Atoll), que se muestran en la Tabla 11. El histograma de cobertura del clúster 1, se muestra en la Figura 44. Se verifica, en esta área de infraestructura urbana e inicio de zonas rural, que solo el 7.66 % tiene el nivel de señal de referencia de potencia recibida en el indicador de excelente y que el valor más elevado con 31,96 % es el indicador inestable. Además, se presentan áreas donde los niveles de RSRP se encuentran en indicadores bajo y borde celda provocando un bajo nivel de cobertura en general.

Tabla 11

Datos de cobertura Clúster 1 Banda 2100 MHz

Niveles de RSRP [dBm]		Porcentaje del área de cobertura [%]	Área [Km ²]
Excelente	≥ -60	7.66	1.08
Bueno	< -60 to ≥ -70	7.88	1.11
Aceptable	< -70 to ≥ -80	11.55	1.63
Regular	< -80 to ≥ -90	28.88	4.07
Inestable	< -90 to ≥ -100	31.96	4.51
Bajo	< -100 to ≥ -110	8.04	1.13
Borde de la celda	< -110 to ≥ -120	4.03	0.57
TOTAL		100	14.10

Fuente: Software Atoll, elaboración del autor (Diego Molina, 2020)

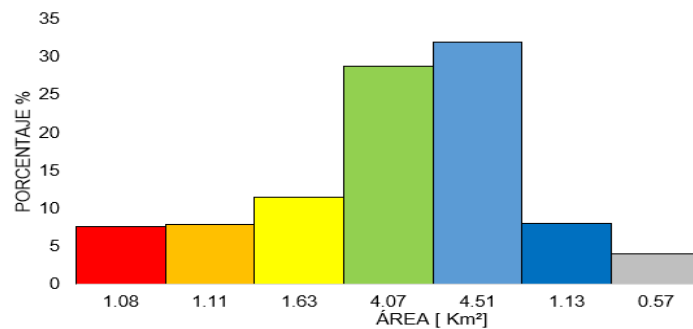


Figura 44.- Histograma de la cobertura del Clúster 1
Fuente: Software Atoll, (Diego Molina, 2020)

Con los datos obtenidos de la Figura 43, se utiliza el mapa cartográfico de Google Earth, tal como se observa en la Figura 45, para representar las evidencias de la degradación del servicio LTE en la zona de estudio del clúster 1. Además, las falencias en la cobertura son similares a lo realizado con el driver test en el apartado 2.3.

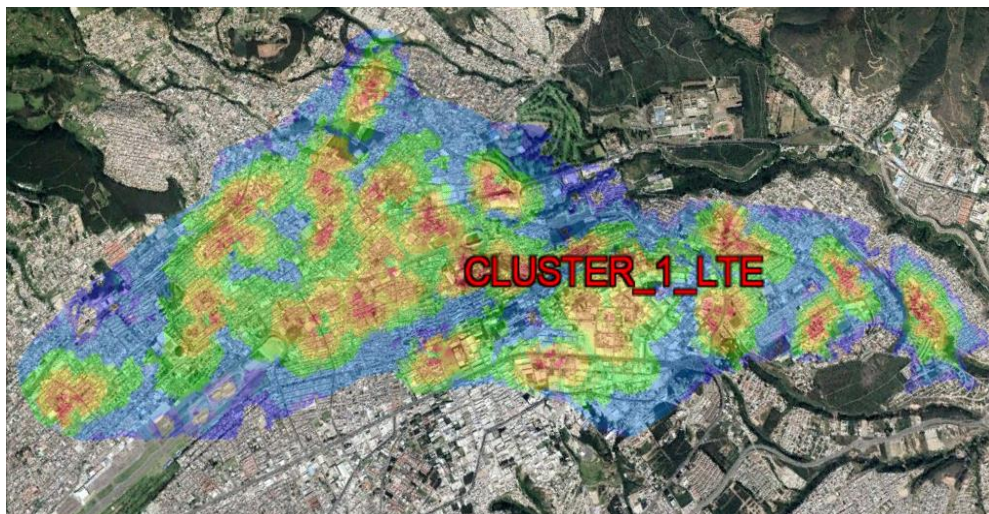


Figura 45.- Cobertura del Clúster 1 adaptado al mapa cartográfico de Google Earth
Fuente: Mapa cartográfico digital de Google Earth (Diego Molina, 2020)

3.2.2. Estado de cobertura del Clúster 2

Para el clúster 2, se realiza el mismo procedimiento del apartado 3.2.1, con la información que se presenta en el **anexo H**. La simulación del estado de la cobertura del Clúster 2 se presenta en la Figura 46.

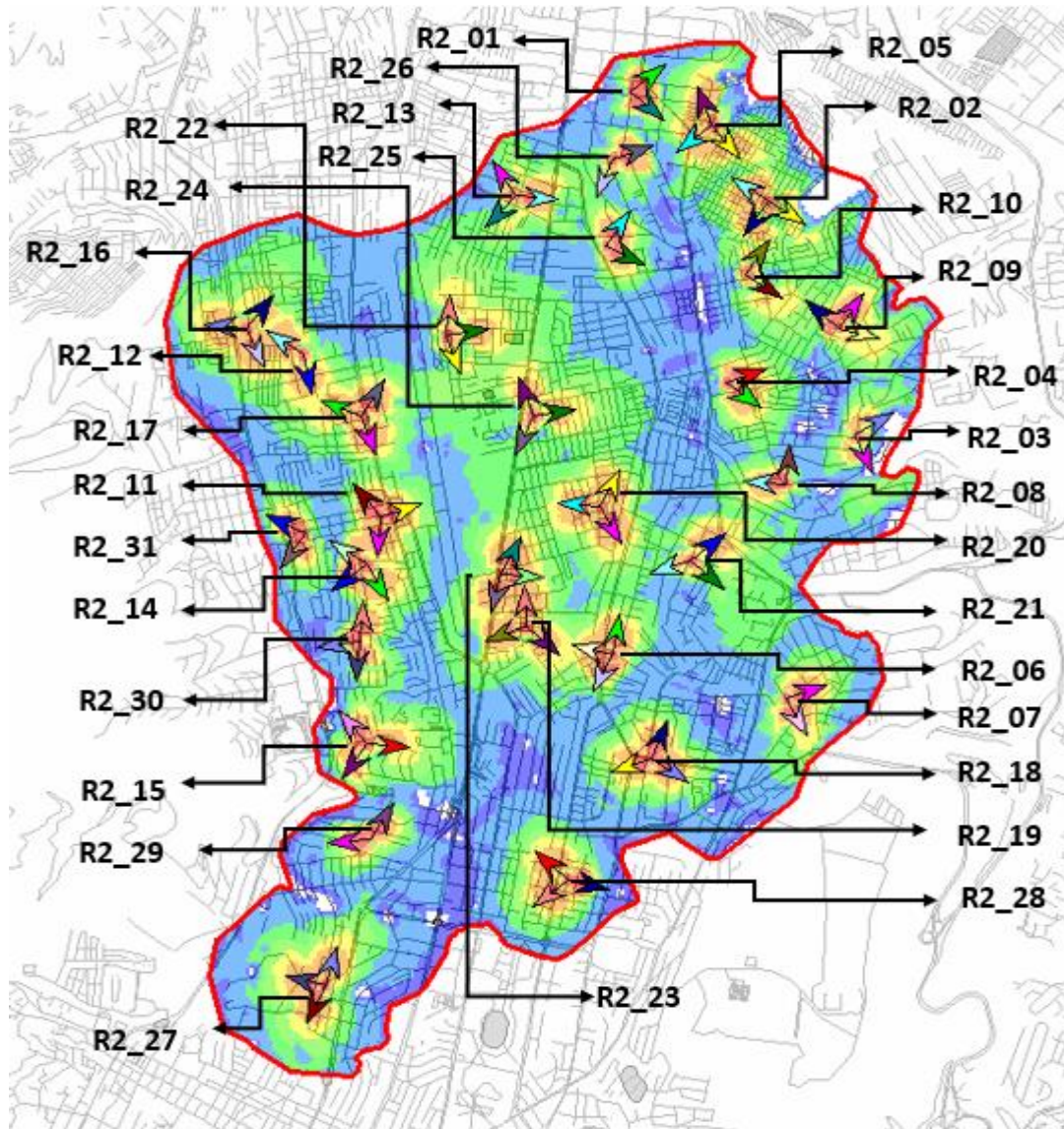


Figura 46.- Predicciones de cobertura del clúster 2, en la banda 2100 MHz, mediante el software Atoll

Fuente: Software Atoll, elaboración del autor (Diego Molina, 2020)

De acuerdo con el mapa de cobertura de la figura 46, se presentan los niveles de RSRP en la Tabla 12. El histograma de cobertura del clúster 2, se muestra en la Figura 47. Se verifica que en esta zona urbana con incremento empresarial, únicamente el 7.25 % tiene el nivel de señal de referencia de potencia recibida con el indicador de excelente. El valor más elevado es 34.39 % con el indicador regular. Además, se presentan áreas donde hay indicadores inestables, bajos y al borde de la celda que provocan deficiencia del servicio LTE.

Tabla 12
Datos de cobertura Clúster 2 Banda 2100 MHz

Niveles de RSRP [dBm]		Porcentaje del área de cobertura [%]	Área [Km ²]
Excelente	≥ -60	7.25	1.76
Bueno	< -60 to ≥ -70	8.36	2.03
Aceptable	< -70 to ≥ -80	12.18	2.96
Regular	< -80 to ≥ -90	34.39	8.36
Inestable	< -90 to ≥ -100	20.84	5.06
Bajo	< -100 to ≥ -110	16.06	3.90
Borde de la celda	< -110 to ≥ -120	0.92	0.22
TOTAL		100	24.30

Fuente: Software Atoll, elaboración del autor (Diego Molina, 2020)

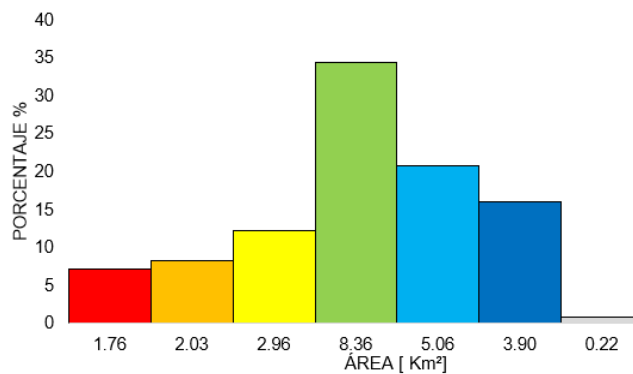


Figura 47.- Histograma de la cobertura del Clúster 2
Fuente: Software Atoll,(Diego Molina, 2020)

En base la Figura 46, se evidencia en el mapa cartográfico de Google Earth, tal como se observa en la Figura 48, la degradación del servicio LTE en la zona de estudio del clúster 2. Además, las falencias en la cobertura son similares a lo realizado con el driver test en el apartado 2.3.

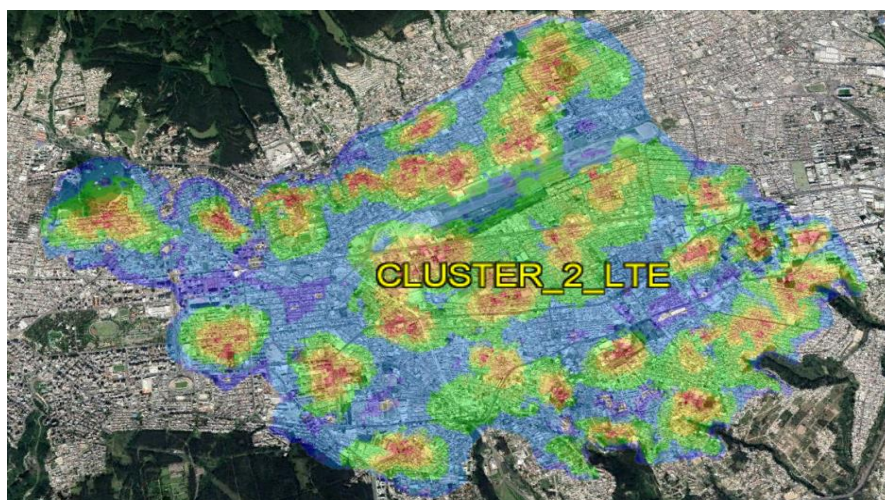


Figura 48.- Cobertura del Clúster 2 adaptado al mapa cartográfico de Google Earth
Fuente: Mapa cartográfico digital de Google Earth (Diego Molina, 2020)

3.2.3. Estado de cobertura del Clúster 3

Prosiguiendo con el clúster 3, que se caracteriza por ser una zona urbana con áreas de alta densidad de infraestructura empresarial, vivienda e incremento poblacional, se simula el estado de la cobertura mostrado en la Figura 49, con la información del **anexo I**.

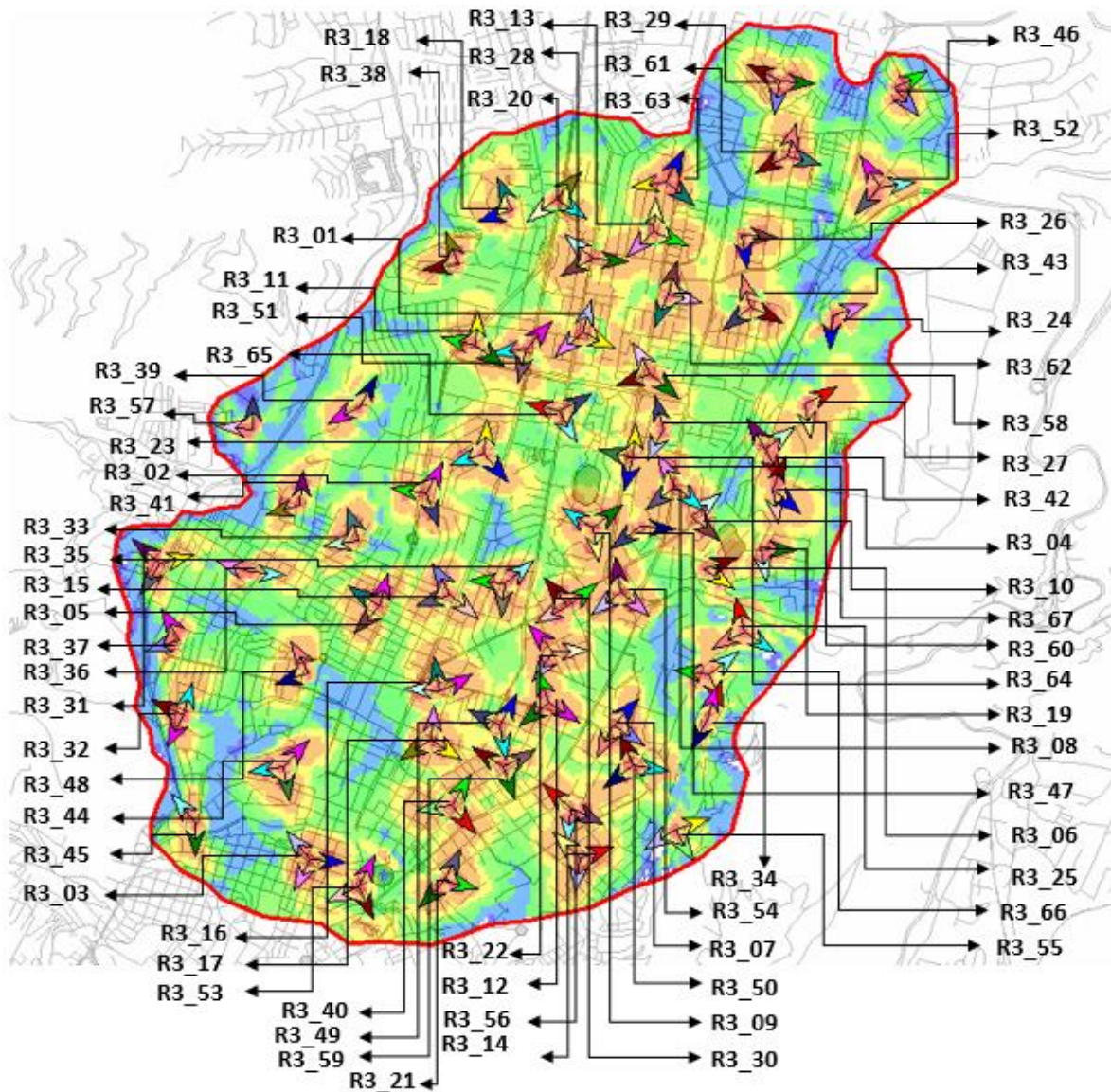


Figura 49.- Predicciones de cobertura del clúster 3, en la banda 2100 MHz, mediante el software Atoll

Fuente: Software Atoll, elaboración del autor (Diego Molina, 2020)

Finalmente, con el mapa de cobertura del clúster 3 que se presenta en la figura 49, se muestran los niveles de RSRP en la Tabla 13. El histograma de cobertura del clúster 3, en la Figura 50, muestra que solo el 13.45 % tiene el nivel de señal de referencia de potencia recibida en el indicador de excelente y que el valor más sobresaliente con 34.7 % es el indicador regular, lo que provoca considerablemente afectación en la cobertura LTE en la zona.

Tabla 13
Datos de cobertura Clúster 3 Banda 2100 MHz

Niveles de RSRP [dBm]		Porcentaje del área de cobertura [%]	Área [Km ²]
Excelente	≥ -60	13.45	2.43
Bueno	< -60 to ≥ -70	15.74	2.85
Aceptable	< -70 to ≥ -80	16.42	2.97
Regular	< -80 to ≥ -90	34.7	6.28
Inestable	< -90 to ≥ -100	10.13	1.83
Bajo	< -100 to ≥ -110	9.16	1.66
Borde de la celda	< -110 to ≥ -120	0.4	0.07
TOTAL		100	18.10

Fuente: Software Atoll, elaboración del autor (Diego Molina, 2020)

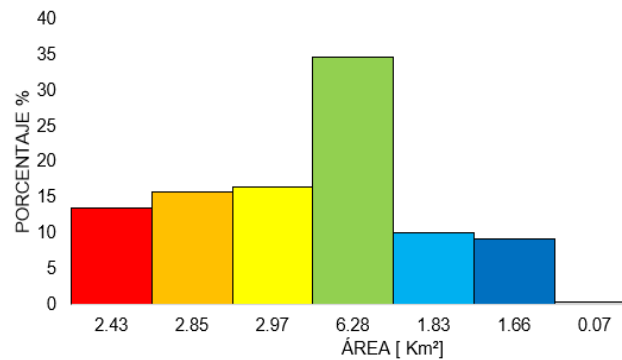


Figura 50.- Histograma de la cobertura del Clúster 3
Fuente: Software Atoll,(Diego Molina, 2020)

Igualmente, con el mapa cartográfico de Google Earth, tal como se observa en la Figura 51; se comprueba la insuficiencia del servicio LTE en la zona de estudio del clúster 3, siendo las falencias de cobertura similares a lo realizado con el driver test en el apartador 2.3.

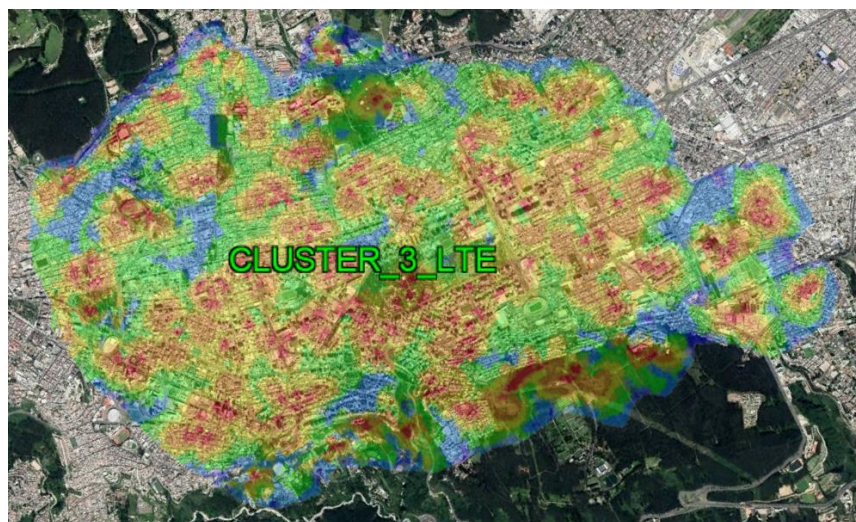


Figura 51.- Cobertura del Clúster 3 adaptado al mapa cartográfico de Google Earth
Fuente: Mapa cartográfico digital de Google Earth(Diego Molina, 2020)

3.3. Parámetros para las predicciones de cobertura en la Banda de 700 MHz en la Zona Norte de la ciudad de Quito.

Mediante las predicciones, se determina teóricamente la cobertura requerida para mejorar y asegurar, la calidad de la señal RSRP que proporcionará la banda de 700 MHz en la zona de estudio.

Antes de empezar con las predicciones, se fijarán parámetros y cálculos para determinar teóricamente el número de sitios existentes, que van a hacer intervenidos para implementar la tecnología APT de la banda 700 MHz.

Es importante mencionar, que el uso del espectro de la banda de 700 MHz que fue determinado por el CONATEL (hoy ARCOTEL), en la resolución TEL-804-29 del artículo cuatro, indica lo siguiente:

Facultar a la empresa pública CNT E.P., la banda de 700 MHz en los bloques G - G', H - H' e I - I' pertenecientes a la segmentación de 733 - 748 MHz (uplink) y 788 - 803 MHz (downlink) en todo el territorio nacional, tomando en cuenta, que se podrá utilizar la banda una vez que se haya finiquitado los contratos de adjudicación de los servicios de Televisión Terrestre de los bloques en mención, (ARCOTEL, CONATEL, 2012)

Adicionalmente la banda 700 MHz guarda relación con la migración de la señal analógica de TV abierta a formato digital. Esta migración del espectro por las señales de las televisoras permitirá que la banda sea empleada por servicios móviles. Según el cronograma del apagón analógico propuesto por la ARCOTEL en la resolución No-0002-ARCOTEL-2017, se esperaba para el 2018 la terminación de transmisiones analógicas en el Ecuador, como se muestra en la Figura 52.

FASES	LOCALIDADES	APAGÓN ANALÓGICO
Fase 1	Áreas de cobertura de las estaciones que al menos cubran una capital de provincia, cabecera cantonal o parroquia con población mayor a 500.000 habitantes	31 de diciembre 2016
Fase 2	Áreas de cobertura de las estaciones que al menos cubran una capital de provincia, cabecera cantonal o parroquia con población entre 500.000 y 200.000 habitantes	31 de diciembre 2017
Fase 3	Áreas de cobertura de las estaciones que al menos cubran una capital de provincia, cabecera cantonal o parroquia con población menor a 200.000 habitantes	31 de diciembre 2018

Figura 52.- Cronograma del Apagón Analógico en el Ecuador

Fuente: (Resolucion-0002-ARCOTEL, 2017)

Sin embargo, esta migración de la señal analógica de TV abierta a formato digital se ha postergado y ampliado el cronograma del apagón analógico. Según lo informado por otro de los entes reguladores de las telecomunicaciones en el Ecuador, como el Ministerio de Telecomunicaciones (MINTEL) remite que la transición será progresiva y en etapas. La primera etapa se realizaría en el primer semestre del año 2020 con las principales ciudades de Quito y Guayaquil, hasta el diciembre 2023 se tendría el plazo para realizar el apagón analógico en el resto de las ciudades del país (MINTEL, 2019).

En base a la resolución del ARCOTEL se presenta en forma resumida el rango de frecuencia en la banda de 700 MHz, en la Tabla 14.

Tabla 14

Distribución de frecuencias de la Banda de 700 MHz

Banda de Frecuencia (MHZ)	Rango de Frecuencia		Ancho de Banda (MHZ)
	Uplink (MHZ)	Downlink (MHZ)	
APT 700	733-748	788-803	15+15

Fuente: (ARCOTEL, CONATEL, 2012)

Con los datos de la Tabla 14, se selecciona un modelo de propagación, que describa el comportamiento de la señal mientras es transmitida desde el transmisor hasta el receptor en dicha banda y que sea aplicable para simulación en el software Atoll.

Por consiguiente, al definir la frecuencia de operación de la banda de 700 MHz, se emplea el modelo de propagación empírico de **Okumura-Hata** que se describe en **apartado 1.9.1**.

Este modelo permite realizar cálculos y simulaciones en segmentaciones de frecuencia desde los 150 a 1500 MHz. Por lo tanto, es ideal para predecir teóricamente la mejora de cobertura en la zona de estudio.

Con las ecuaciones del modelo de propagación **Okumura-Hata** planteadas en el **apartado 1.9.1**, se calcula la distancia teórica que puede tener una buena señal de cobertura entre transmisor y receptor, con la frecuencia de operación en los 700 MHz. Para esto se emplean parámetros de la zona de estudio y de la operadora móvil.

Para la variable h_b se usa el valor medio de la altura de las radiobases del **anexo D**. Para la altura h_m se emplea el valor máximo de la característica del modelo de propagación de Okumura – Hata que es de 10 m (Zambrano, 2017). El valor del Path Loss para la zona de estudio se empleará del **anexo F**.

Resumiendo, en la Tabla 15 se presentan los parámetros a utilizar en el modelo de propagación en la zona de estudio.

Tabla 15

Parámetros para el modelo de propagación en la Zona de Estudio

Parámetros	Valor	Unidad
(h_b) Altura promedio de las radiobases de los clústers 1-2-3	21.51	m
(L_p) Path Loss en zonas urbana de Quito	128.79	dB
(h_m) Altura de la UE	10	m

Fuente: Anexos A-B-C-F

Considerando los parámetros propuestos para la zona de estudio, se determina la distancia teórica entre transmisor y el receptor para la frecuencia de operación en los 700 MHz:

En base a la **ecuación 2 del apartado 1.9.1**, obtuvimos el factor de corrección $a(h_m) = 8.74 \text{ m}$.

Y a partir de la **ecuación 1**, se determina la distancia entre la radiobase y UE de acuerdo en la **ecuación 4**, con los parámetros fijados en la zona de estudio en la frecuencia de operación de 700 MHz:

(Ecuación 4)

$$d = 10^{\frac{L_p - 69.55 - 26.16 \log_{10}(f_c) - 13.92 \log_{10}(h_b) + a(h_m)}{(44.9 - 6.55) \log_{10}(h_b)}}$$

Para el caso analizado:

$$a(h_m) = 8.74 \text{ m} = 0.00874 \text{ Km}$$

$$h_m = 10 \text{ m} = 0.01 \text{ Km}$$

$$h_b = 21.51 \text{ m} = 0.022 \text{ Km}$$

$$L_p = 128.79 \text{ dB}$$

$$F_c = 700 \text{ MHz}$$

La distancia teórica obtenida es: $d = 1.37 \text{ Km}$

En base a la distancia teórica entre la radiobase y UE, se calcula el área de cobertura de la radiobase para los tres sectores mediante la siguiente ecuación:

(Ecuación 5)

$$A_{eNodeB} = \frac{9\sqrt{3}}{8} R^2$$

Fuente: Tomado de Dimensionamiento de un clúster de Red LTE (Cuenca, 2017)

Donde:

A_{eNodeB} : Área de cobertura del eNode B de tres celdas (Cuenca, 2017)

$R = 1.37 \text{ Km}$: radio o distancia entre la radiobase y UE (Cuenca, 2017)

El área teórica de cobertura de la radiobase con la frecuencia de operación de 700 MHz es $A_{eNodeB} = 3.65 \text{ Km}^2$.

Con la sumatoria de las áreas de los clústeres 1,2,3, se determina el número de nodos necesario para cubrir la zona con la tecnología propuesta.

Tabla 16
 Área Total de la Zona de Estudio

Área Total de la Zona de Estudio	
Descripción	Área [Km ²]
Clúster 1	14.10
Clúster 2	24.30
Clúster 3	18.10
TOTAL	56.50

Fuente: Elaboración del autor (Diego Molina, 2020)

Se plantea la siguiente ecuación para determinar el número de radiobases necesarias para brindar la cobertura en la zona propuesta. (Cuenca, 2017)

(Ecuación 6)

$$\#eNodeB = \frac{AT}{A_{eNodeB}}$$

Fuente: Tomado de Dimensionamiento de un clúster de Red LTE (Cuenca, 2017)

Donde:

#eNodeB: Cantidad de nodos a implementarse

AT = 56.50 Km²: Área total de la zona de estudio.

A_{eNodeB} = 3.65 Km²: Área de cobertura del eNode B para tres celdas

El número teórico de Radiobases en la banda de 700 MHz para mejorar la cobertura en la Zona Norte de Quito es **#eNodeB ≈ 16**

Con el número de radiobases teóricas al ser intervenidas, la distribución de estas en los clústeres planificados se realiza de acuerdo con el área de cada uno de los clústeres. En la Tabla 17, se presenta la distribución de las radiobases.

Tabla 17
 Distribución de Radiobases en la Banda en la banda de 700 MHz

Distribución de Radiobases en la Banda en la banda de 700 MHz		
Ítem	Área [Km ²]	#eNodeB
Clúster 1	14.1	4
Clúster 2	24.3	7
Clúster 3	18.1	5
TOTAL	56.5	16

Fuente: Elaboración del autor (Diego Molina, 2020)

De acuerdo con la información de los **anexos A-B-C**, la **Tabla 17** y resultado del área de cobertura de la **ecuación 5**, se realizó la distribución las radiobases cubriendo la zona de los 3 clústers de manera uniforme, como se presenta en la Tabla 18.

Tabla 18

Radiobases a implementar en banda de 700 MHz

#	Sitios:	Longitud	Latitud	Clúster	Número de sectores
1	RBS_CARCELEN_JOSEFINOS_APT_700	-78.46	-0.07	1	3
2	RBS_MENA_DEL_HIERRO_APT_700	-78.51	-0.11	1	3
3	RBS_REAL_AUDIENCIA_APT_700	-78.48	-0.10	1	3
4	RBS_VACA_DE_CASTRO_APT_700	-78.49	-0.13	1	3
5	RBS_AMAGASI_DEL_INCA_APT_700	-78.46	-0.15	2	3
6	RBS_EL_EDEN_APT_700	-78.46	-0.13	2	3
7	RBS_ISAAC_ALBENIZ_APT_700	-78.48	-0.15	2	3
8	RBS_LA_BOTA_APT_700	-78.47	-0.11	2	3
9	RBS_MANUEL_VALDIVIESO_APT_700	-78.50	-0.15	2	3
10	RBS_TEODORO_SALEM_APT_700	-78.48	-0.14	2	3
11	RBS_VILLALENGUA_APT_700	-78.50	-0.17	2	3
12	RBS_LAS_CASAS_APT_700	-78.51	-0.19	3	3
13	RBS_MEGAMAXI_APT_700	-78.48	-0.18	3	3
14	RBS_MINISTERIO_FINANZAS_APT_700	-78.50	-0.20	3	3
15	RBS_NODO_4_INAQUITO_MONTESERRIN_APT_700	-78.47	-0.16	3	3
16	RBS_WHIMPER_TRR_APT_700	-78.48	-0.20	3	3

Fuente: Elaboración del autor (Diego Molina, 2020)

Determinados los sitios donde se implementará la tecnología en la banda 700 MHz, se fijan parámetros de radiofrecuencias necesarios para realizar las predicciones de cobertura en la Banda de 700 MHz usando el software Atoll.

Considerando la compatibilidad de la tecnología LTE en la banda de 700 MHz con la tecnología LTE AWS existente de la operadora CNT E.P, se conservarán los parámetros de radiofrecuencia como azimuth, inclinación mecánica e inclinación eléctrica de las radiobases existentes en la banda 2100 MHz y se variará la antena a utilizar en la banda 700 MHz (Ayala, 2018).

Tomando el ejemplo los inicios de implementación de otros países (Perú, Brasil, México entre otros), se tomarán los siguientes parámetros técnicos importantes para evaluar el comportamiento de la cobertura en las radiobases planteadas de la zona de estudio, empleados en el software Atoll.

Tabla 19

Parámetros Técnicos para la implementación del LTE en banda de 700 MHz

Descripción	Característica
Banda de Frecuencia	E-UTRA Band 28
Modo del Sistema LTE	FDD-MIMO
Ancho de banda (MHZ)	15
Potencia máxima de la antena transmisora [dBm]	43
Potencia de la antena del receptor [dBm]	23

Fuente: Adaptado del Despliegue de la red 4G LTE en la banda de 700MHz en Lima (Ayala, 2018)

3.3.1. Predicción de cobertura LTE en el Clúster 1 con complemento de la nueva Banda de 700 MHz

A continuación se muestra en la Figura 54, las predicciones de cobertura a nivel de la señal RSRP mediante el software Atoll con los parámetros establecidos en los **anexos G, J y K**, complementando la cobertura existente en la banda de 2100 MHz con la banda de 700MHz.

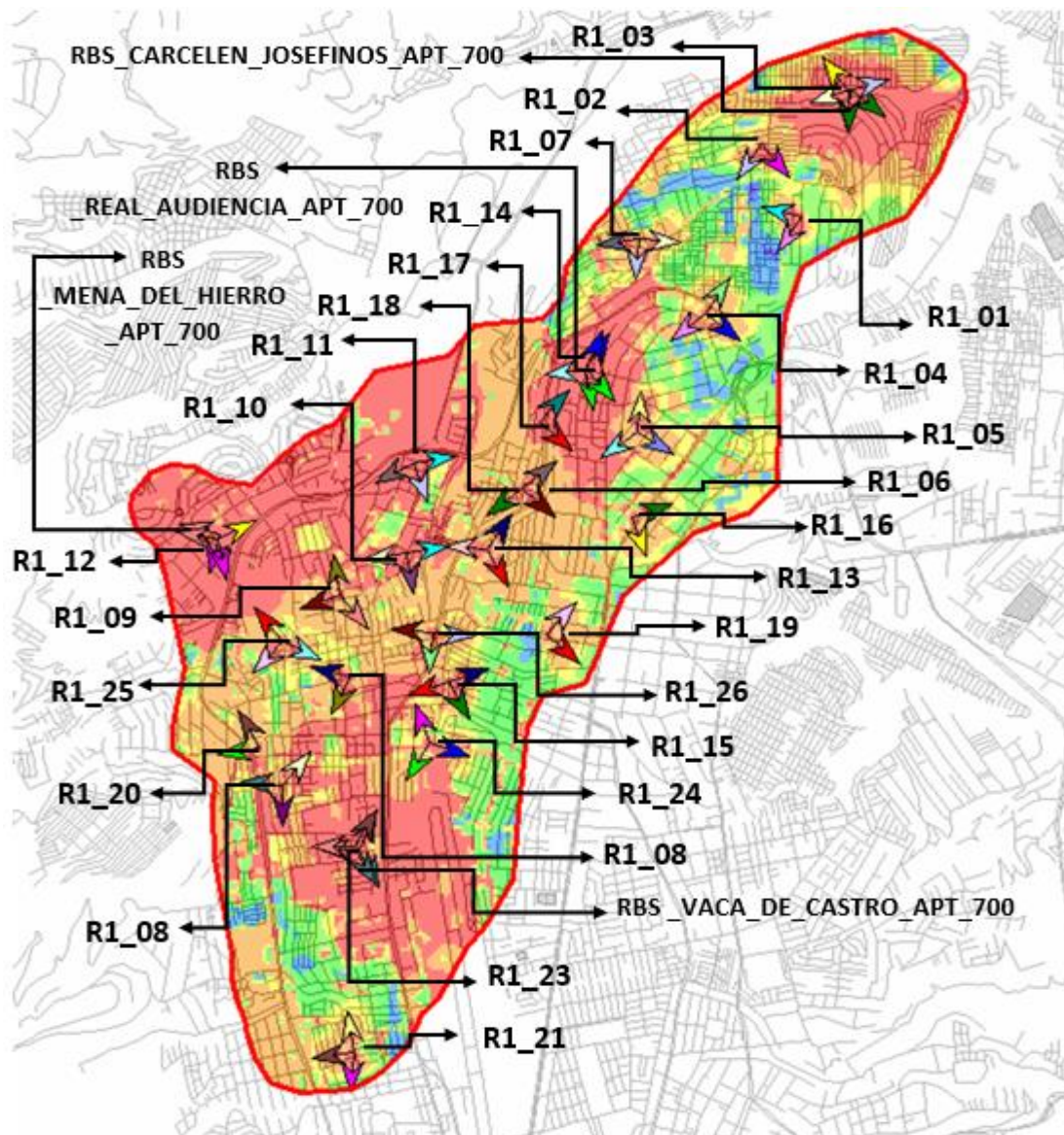


Figura 53.- Predicciones de cobertura del clúster 1, en la banda 700 MHz, mediante el software Atoll

Fuente: Software Atoll, (Diego Molina, 2020)

Esta predicción mostrada en la figura 54, tiene un comportamiento notable de la mejora en los valores de RSRP, obteniendo los datos que se muestra en la Tabla 20 y el histograma de cobertura de la Figura 55. Se determinó que la cobertura aumentó a 60.08 % con el indicador excelente en un área de 8.47 Km² del total del **clúster 1**. También, se disminuyó considerablemente los indicadores inestables, bajo y borde de celda.

Tabla 20

Datos de cobertura Clúster 1 con el complemento en la Banda 700 MHz

Niveles de RSRP [dBm]		Porcentaje del área de cobertura [%]	Área [Km ²]
Excelente	≥ -60	60.08	8.47
Bueno	< -60 to ≥ -70	14.9	2.10
Aceptable	< -70 to ≥ -80	12.48	1.76
Regular	< -80 to ≥ -90	8.76	1.24
Inestable	< -90 to ≥ -100	2.57	0.36
Bajo	< -100 to ≥ -110	1.19	0.17
Borde de la celda	< -110 to ≥ -120	0.02	0.00
TOTAL		100	14.10

Fuente: Software Atoll, (Diego Molina, 2020)

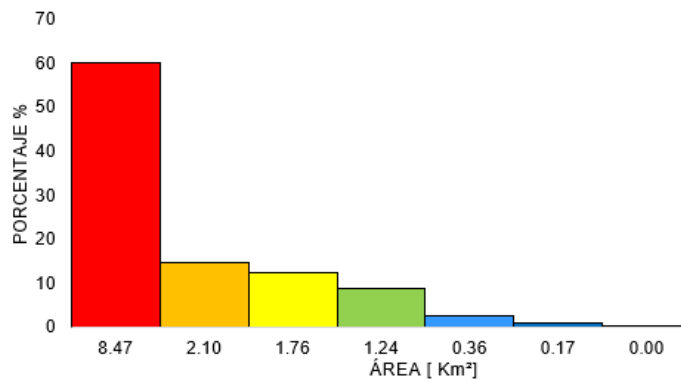


Figura 54.- Histograma de la cobertura del Clúster 1, en complemento con la Banda de 700 MHz

Fuente: Software Atoll, (Diego Molina, 2020)

Con los datos de la predicción de cobertura de la Figura 56, se utiliza de igual manera el mapa cartográfico en Google Earth del clúster 1 para evidenciar la mejora del servicio de LTE en la zona de estudio.

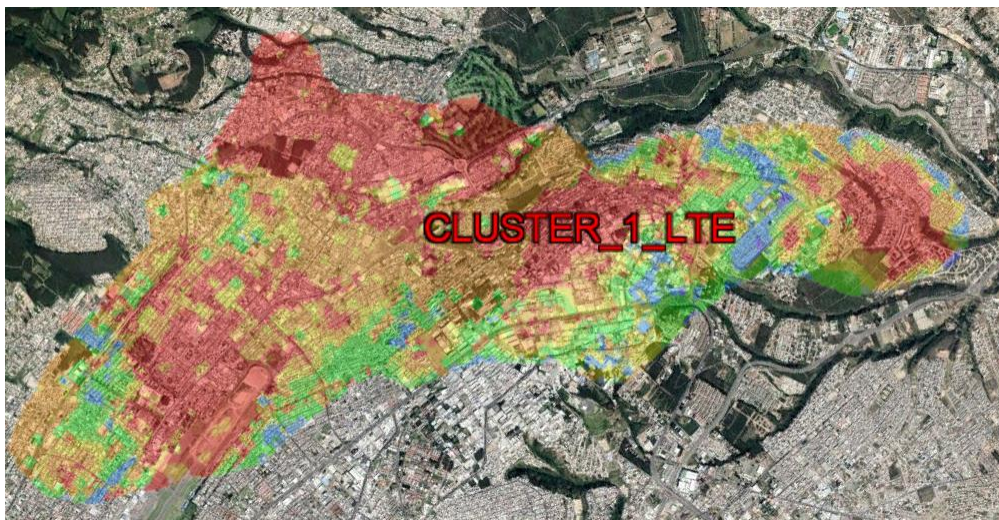


Figura 55.- Cobertura del Clúster 1, en complemento con la Banda de 700 MHz, en Google Earth

Fuente: Mapa cartográfico digital de Google Earth (Diego Molina, 2020)

3.3.2. Predicción de cobertura LTE en el Clúster 2 con complemento de la nueva Banda de 700 MHz

Para el clúster 2 se observa en la Figura 57, las predicciones de cobertura a nivel de la señal RSRP con el software Atoll. Se emplearon los parámetros de los anexos H, J y L, de la cobertura existente en la banda de 2100 MHz con la de 700MHz.

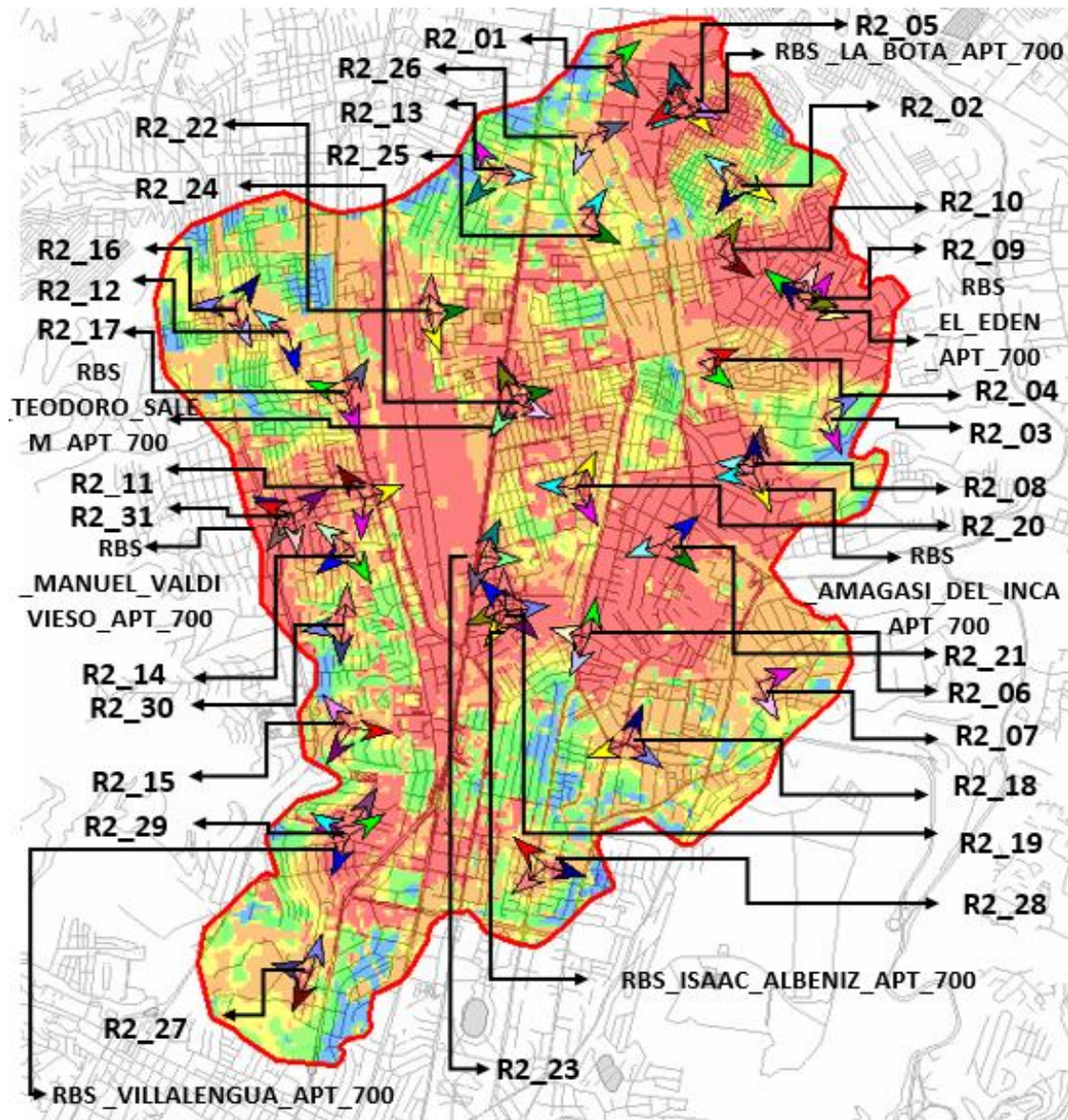


Figura 56.- Predicciones de cobertura del clúster 2, en la banda 700 MHz, mediante el software Atoll

Fuente: Software Atoll, (Diego Molina, 2020)

En la figura 57 se observa que los valores RSRP del **clúster 2** mejoraron, obteniendo los datos que se muestran en la Tabla 21 y el histograma de cobertura de la Figura 58. Se observa que la cobertura en el área llegó al 63.01 % con el indicador excelente en un área de 15.36 Km² del total del clúster 2. Por lo tanto, se consigue una reducción total del nivel de borde de celda.

Tabla 21

Datos de cobertura del Clúster 2 con el complemento en la Banda 700 MHz

Niveles de RSRP [dBm]		Porcentaje del área de cobertura [%]	Área [Km ²]
Excelente	≥ -60	63.21	15.36
Bueno	< -60 to ≥ -70	13.33	3.24
Aceptable	< -70 to ≥ -80	11.71	2.85
Regular	< -80 to ≥ -90	7.87	1.91
Inestable	< -90 to ≥ -100	2.15	0.52
Bajo	< -100 to ≥ -110	1.67	0.41
Borde de la celda	< -110 to ≥ -120	0.06	0.01
TOTAL		100	24.30

Fuente: Software Atoll, (Diego Molina, 2020)

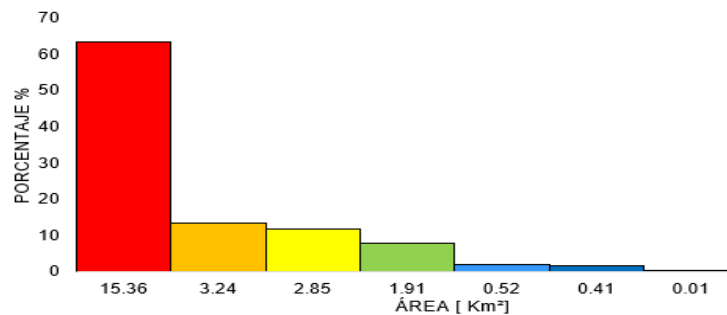


Figura 57.- Histograma de la cobertura del Clúster 2, en complemento con la Banda de 700 MHz

Fuente: Software Atoll, (Diego Molina, 2020)

Con la predicción de cobertura de la Figura 57, se utiliza el mapa cartográfico en Google Earth del clúster 2, para demostrar la mejora en cobertura del clúster en mención. De acuerdo con la Figura 59.

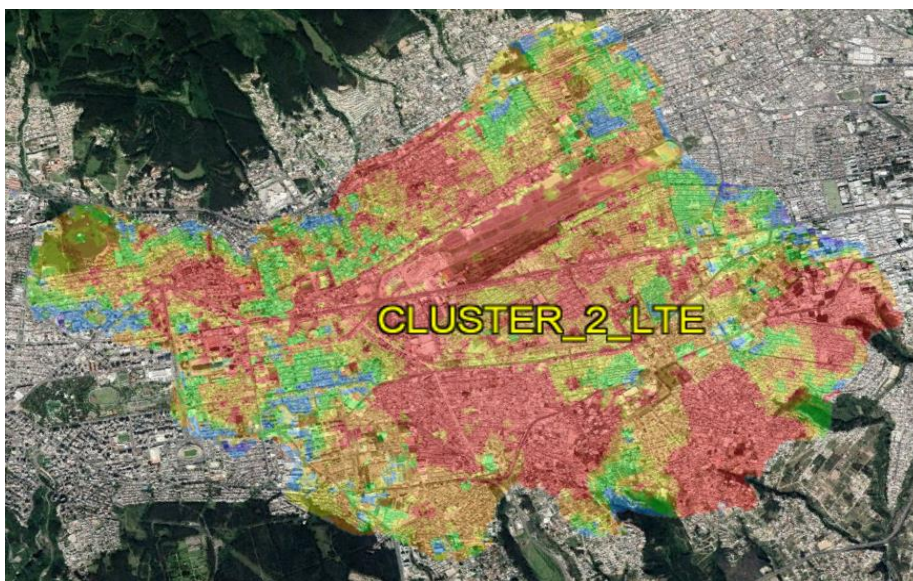


Figura 58.- Cobertura del Clúster 2, en complemento con la Banda de 700 MHz, en Google Earth

Fuente: Mapa cartográfico digital de Google Earth (Diego Molina, 2020)

3.3.3. Predicción de cobertura LTE en el Clúster 3 con complemento de la nueva Banda de 700 MHz

Finalmente, para el clúster 3 se observa en la Figura 60, las predicciones de cobertura a nivel de RSRP de la banda existente de 2100 MHz con el complemento de la 700 MHz, se utilizó el software Atoll con los parámetros de los **anexos I, J y M**.

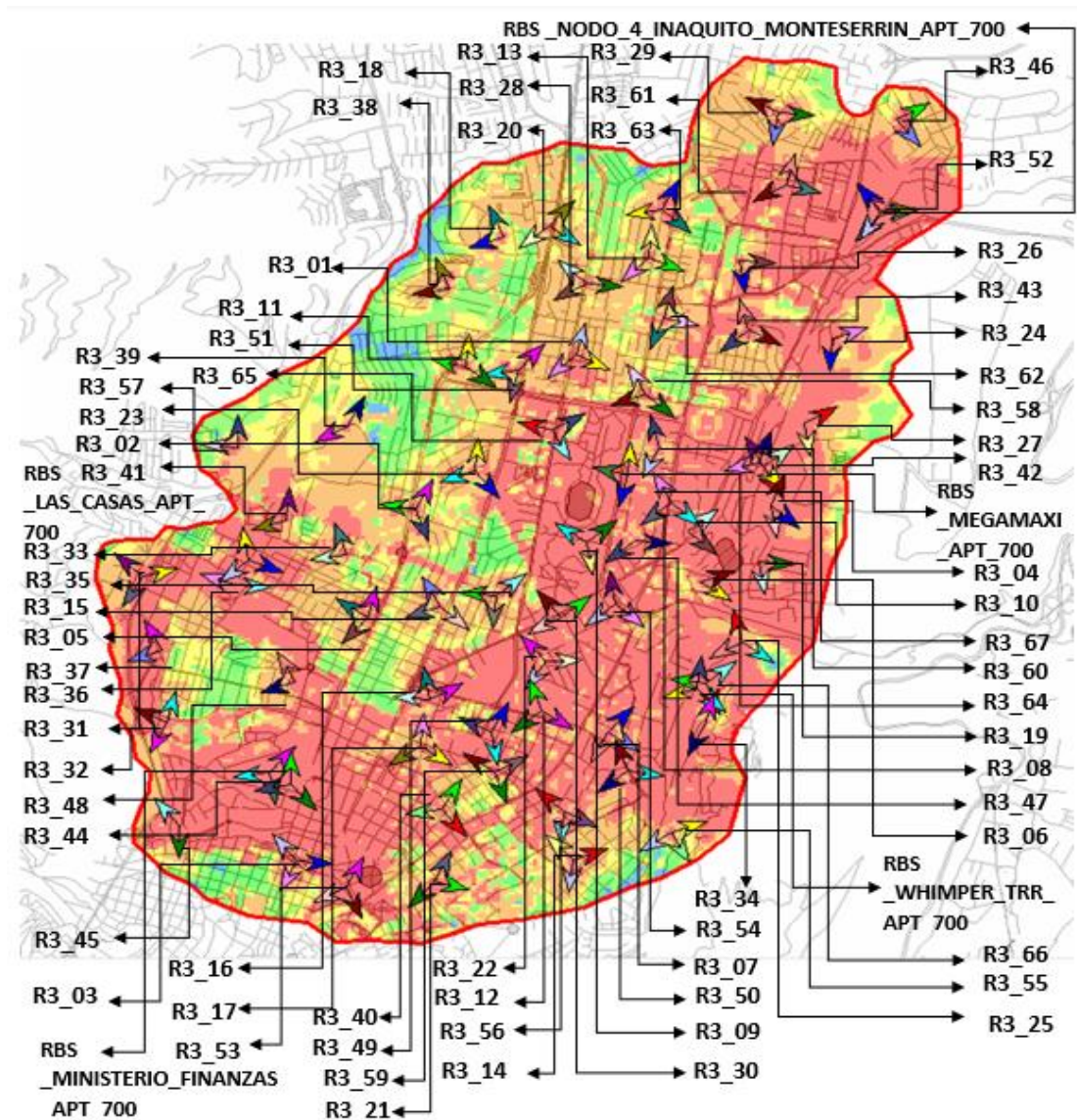


Figura 59.- Predicciones de cobertura del clúster 3, en la banda 700 MHz, mediante el software Atoll

Fuente: Software Atoll, (Diego Molina, 2020)

Con la predicción gráfica mostrada en la Figura 60, la mejora es considerable con respecto a los valores de RSRP. Se obtuvieron los datos que se muestra en la Tabla 22 y el histograma de cobertura de la Figura 61. Se observa que la cobertura en el área alcanzó un 68.02 % con el indicador excelente en un área de 12.31 Km² del total del clúster 3. En forma similar a los clústers anteriores se consiguió una disminución considerable en indicador bajo y total en el borde de celda.

Tabla 22

Datos de cobertura Clúster 3, con el complemento en la Banda 700 MHz

Niveles de RSRP [dBm]		Porcentaje del área de cobertura [%]	Área [Km ²]
Excelente	≥ -60	68.02	12.31
Bueno	< -60 to ≥ -70	11.83	2.14
Aceptable	< -70 to ≥ -80	9.35	1.69
Regular	< -80 to ≥ -90	7.07	1.28
Inestable	< -90 to ≥ -100	2.62	0.47
Bajo	< -100 to ≥ -110	1.10	0.20
Borde de la celda	< -110 to ≥ -120	0.01	0.00
TOTAL		100	18.10

Fuente: Software Atoll, (Diego Molina, 2020)

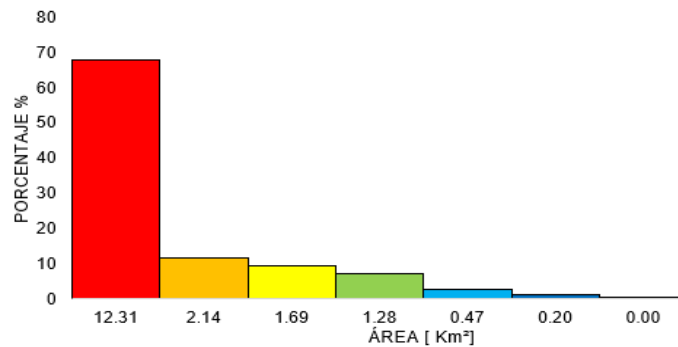


Figura 60.- Histograma de la cobertura del Clúster 3, en complemento con la Banda de 700 MHz

Fuente: Software Atoll, (Diego Molina, 2020)

De la Figura 60, se utiliza el mapa cartográfico en Google Earth del clúster 3 en la Figura 62; donde evidencia el incremento de cobertura en la zona de estudio.

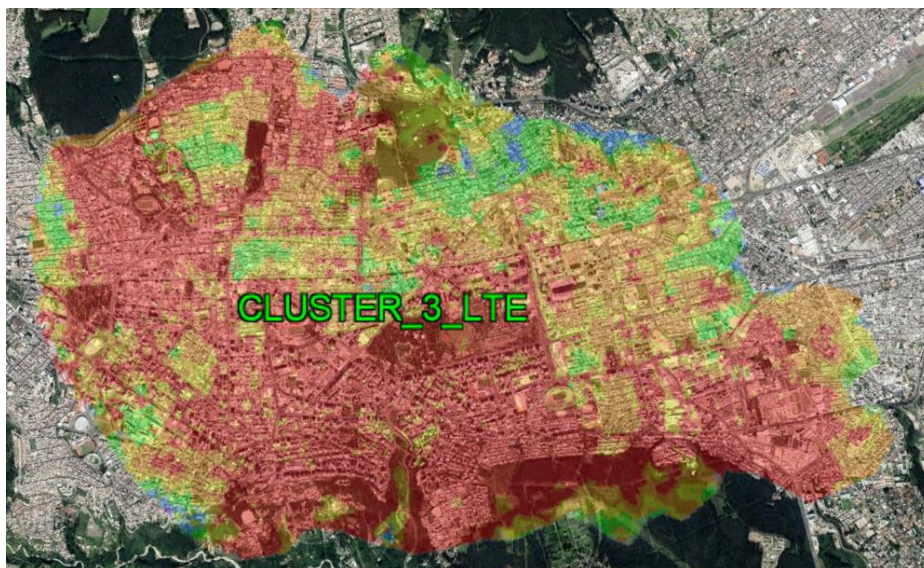


Figura 61.- Cobertura del Clúster 3, en complemento con la Banda de 700 MHz, en Google Earth

Fuente: Mapa cartográfico digital de Google Earth, exportado del Atoll. (Diego Molina, 2020)

3.4. Evaluación del estado de cobertura de la implementación actual LTE en la banda de 2100 MHz vs la predicción de cobertura con el complemento en la banda de 700 MHz en la Zona Norte de la ciudad de Quito

A continuación, se evalúa el nivel de impacto de la señal RSRP en toda la zona de estudio, del estado de cobertura actual basado en la banda de 2100 MHz, como se representa en la Figura 63, en comparación con la predicción de cobertura con el complemento en la banda de 700 MHz que se muestra en la Figura 64.

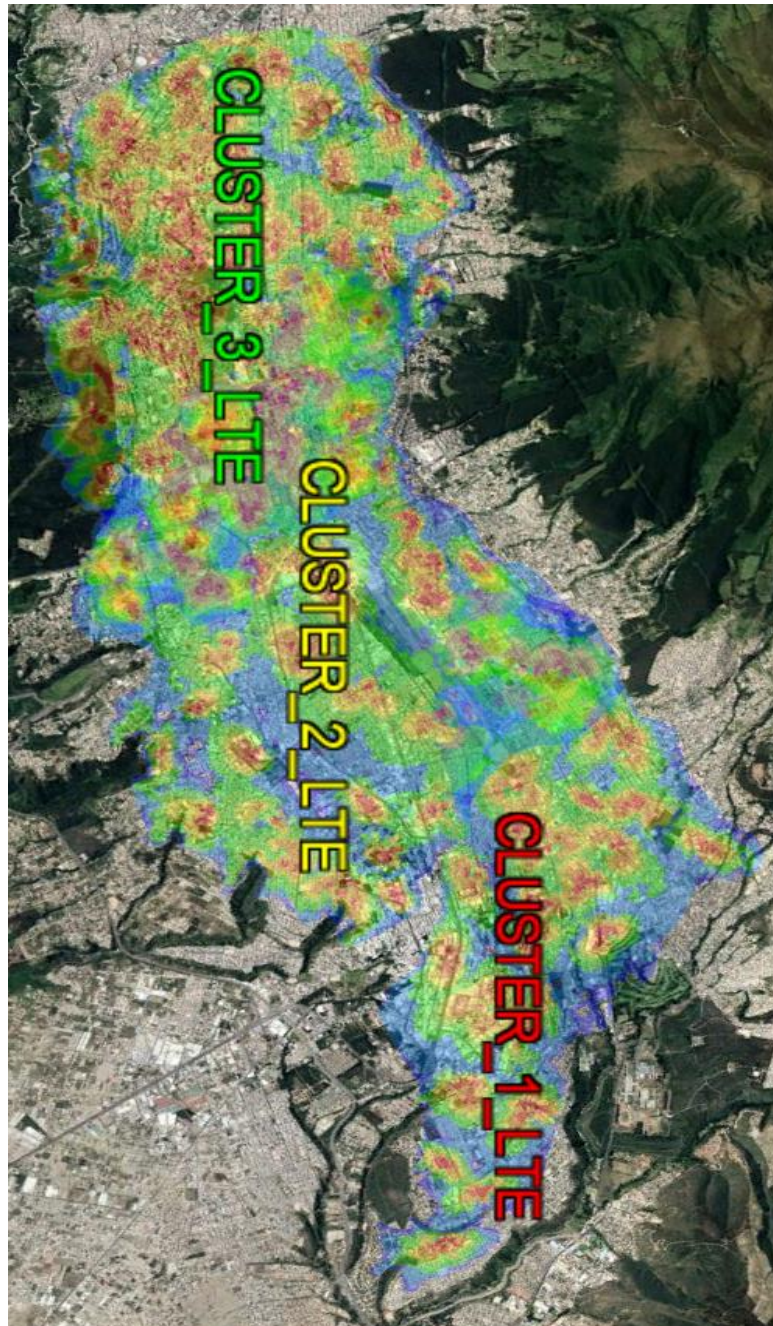


Figura 62 .- Estado de Cobertura en la banda de 2100 MHz de la Zona Norte de la Ciudad de la Quito

Fuente: Mapa cartográfico digital de Google Earth,(Diego Molina, 2020)

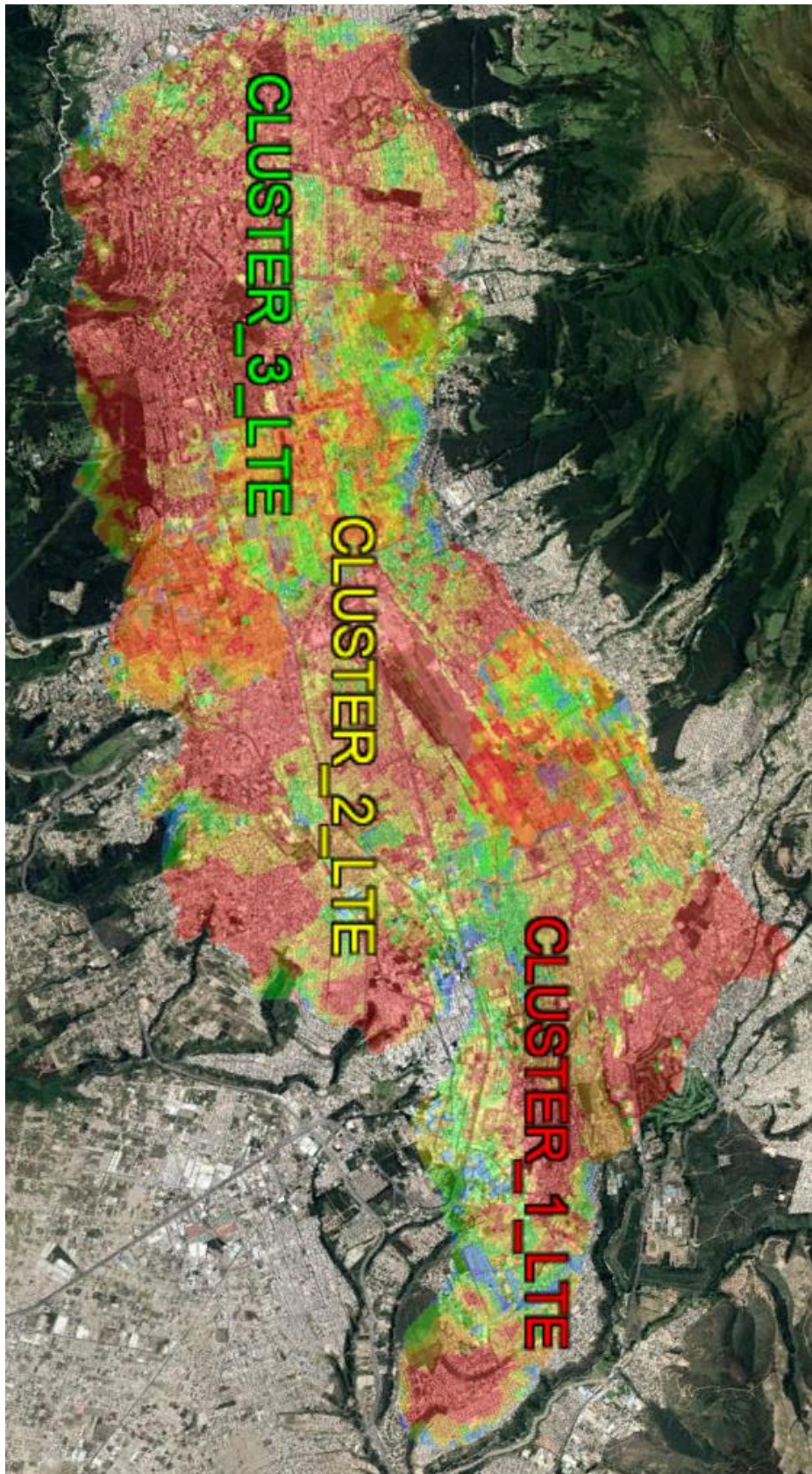


Figura 63.- Predicción de Cobertura de la banda de 2100 MHz en complemento con la Banda de 700 MHz en la Zona Norte de la Ciudad de la Quito
Fuente: Mapa cartográfico digital de Google Earth, (Diego Molina, 2020)

Comparando los mapas cartográficos digitales de Google Earth se evidencia gráficamente el incremento, impacto y mejora del estado de cobertura de la zona de estudio (indicador excelente predominante en el mapa). Con los datos de las Tablas 11 y 20 del estado de cobertura y predicción se comparan en la Tabla 23, los porcentajes obtenidos en la banda 2100 MHz y con el complemento con la banda 700 MHz del clúster 1.

Tabla 23

Porcentajes de Cobertura en la banda 2100 MHz versus con el complemento en la banda 700 MHz Clúster 1

Niveles de RSRP [dBm]		Porcentaje del área de cobertura [%], en la banda 2100 MHz	Área [Km ²], en la banda 2100 MHz	Porcentaje del área de cobertura [%], con el complemento de la banda 700 MHz	Área [Km ²], con el complemento de la banda 700 MHz
Excelente	≥ -60	7.66	1.08	60.08	8.47
Bueno	< -60 to ≥ -70	7.88	1.11	14.9	2.1
Aceptable	< -70 to ≥ -80	11.55	1.63	12.48	1.76
Regular	< -80 to ≥ -90	28.88	4.07	8.76	1.24
Inestable	< -90 to ≥ -100	31.96	4.51	2.57	0.36
Bajo	< -100 to ≥ -110	8.04	1.13	1.19	0.17
Borde de la celda	< -110 to ≥ -120	4.03	0.57	0.02	0.00
TOTAL		100	14.1	100	14.1

Fuente: Elaborador por el autor (Diego Molina, 2020)

De acuerdo con la Tabla 23, se muestra en la Figura 65, el histograma comparativo de los niveles de RSRP en la banda 2100 MHz y con el complemento en la banda 700 MHz del clúster 1, observando una mejora importante en el porcentaje de cobertura del área total de 14.10 Km².

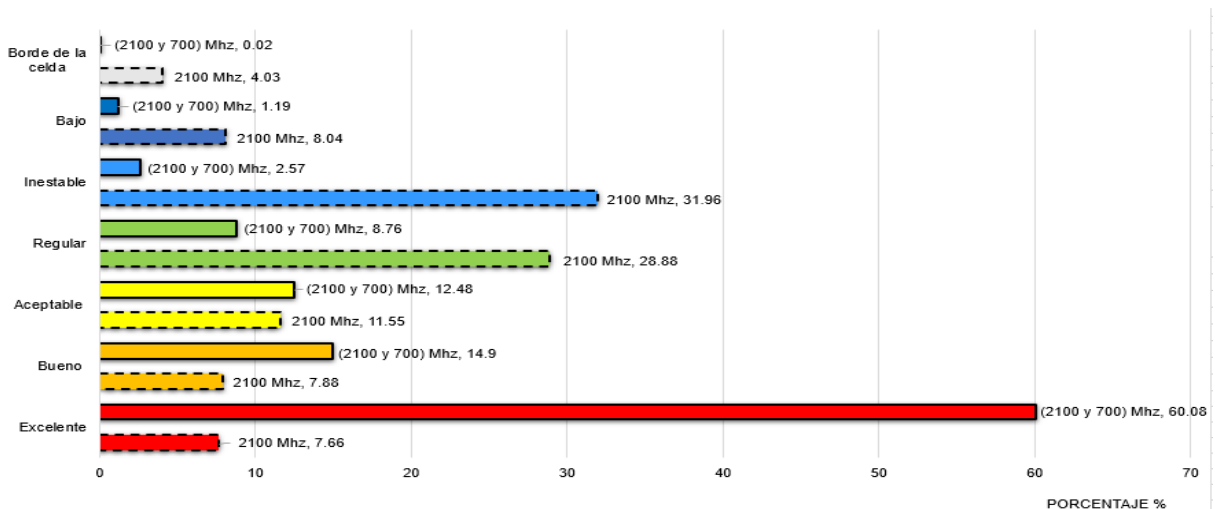


Figura 64.- Histograma comparativo de las bandas 2100 MHz y con el complemento en la banda 700 MHz del clúster 1

Fuente: Elaborador por el autor (Diego Molina, 2020)

Para el clúster 2, se realiza el mismo procedimiento, con los valores de las Tablas 12 y 20. Tabla 24, muestra la comparación en los porcentajes en la banda 2100 MHz y con el complemento de la banda 700 MHz del clúster 2.

Tabla 24

Porcentajes de Cobertura en la banda 2100 MHz, versus el complemento en la banda 700 MHz Clúster 2

Niveles de RSRP [dBm]		Porcentaje del área de cobertura [%], en la banda 2100 MHz	Área [Km ²], en la banda 2100 MHz	Porcentaje del área de cobertura [%], en complemento con la banda 700 MHz	Área [Km ²], con el complemento de la banda 700 MHz
Excelente	≥ -60	7.25	1.76	63.21	15.36
Bueno	< -60 to ≥ -70	8.36	2.03	13.33	3.24
Aceptable	< -70 to ≥ -80	12.18	2.96	11.71	2.85
Regular	< -80 to ≥ -90	34.39	8.36	7.87	1.91
Inestable	< -90 to ≥ -100	20.84	5.06	2.15	0.52
Bajo	< -100 to ≥ -110	16.06	3.90	1.67	0.41
Borde de la celda	< -110 to ≥ -120	0.92	0.22	0.06	0.01
TOTAL		100	24.30	100	24.30

Fuente: Elaborador por el autor (Diego Molina, 2020)

En base a la Tabla 24, se muestra en la Figura 66, el histograma comparativo de las bandas 2100 MHz y con el complemento de la banda 700 MHz del clúster 2, evidenciando incremento en los niveles de cobertura en área total del clúster de 24.30 Km².

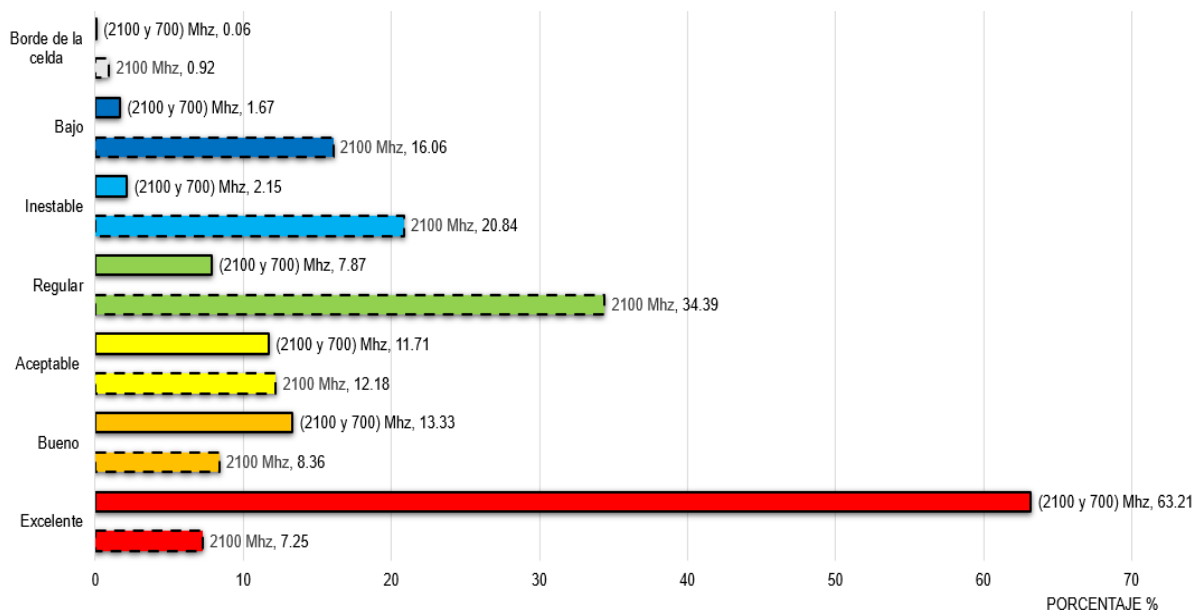


Figura 65 .- Histograma comparativo de las bandas 2100 MHz y con el complemento en la banda 700 MHz del clúster 2

Fuente: Elaborador por el autor (Diego Molina, 2020)

Para finalizar, en el cluster 3 se toman los valores de la Tabla 13 y 22 del estado de cobertura para realizar la comparación. Tabla 25 muestra, los porcentajes en la banda 2100 MHz y con el complemento con la banda 700 MHz del clúster 3.

Tabla 25

Porcentajes de Cobertura en la banda 2100 MHz con el complemento en la banda 700 MHz Clúster 3

Niveles de RSRP [dBm]		Porcentaje del área de cobertura [%], en la banda 2100 MHz	Área [Km ²], en la banda 2100 MHz	Porcentaje del área de cobertura [%], en complemento con la banda 700 MHz	Área [Km ²], con el complemento de la banda 700 MHz
Excelente	≥ -60	13.45	2.43	68.02	12.31
Bueno	< -60 to ≥ -70	15.74	2.85	11.83	2.14
Aceptable	< -70 to ≥ -80	16.42	2.97	9.35	1.69
Regular	< -80 to ≥ -90	34.7	6.28	7.07	1.28
Inestable	< -90 to ≥ -100	10.13	1.83	2.62	0.47
Bajo	< -100 to ≥ -110	9.16	1.66	1.10	0.20
Borde de la celda	< -110 to ≥ -120	0.4	0.07	0.01	0.00
TOTAL		100	18.10	100	18.10

Fuente: Elaborador por el autor (Diego Molina, 2020)

Con la Tabla 24, se muestra en la Figura 67, el histograma comparativo de las bandas 2100 MHz y con el complemento en la banda 700 MHz del clúster 3, evidenciado una mejora notable en los niveles de cobertura en el área total del clúster 3.

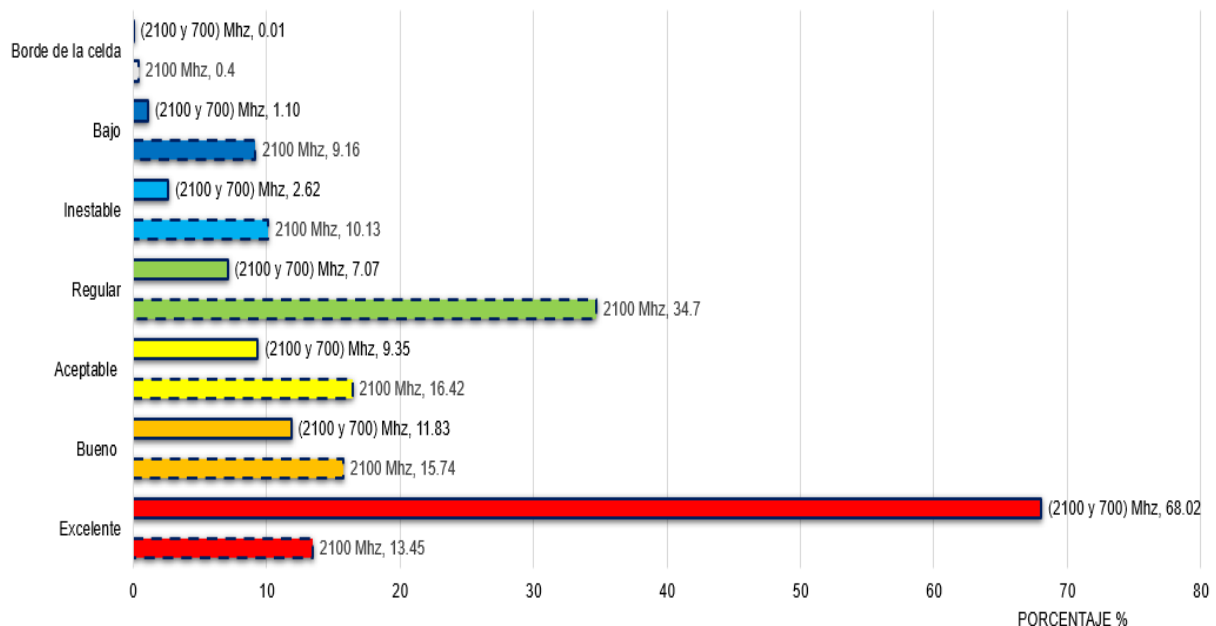


Figura 66 .- Histograma comparativo de las bandas 2100 MHz y con el complemento en la banda 700 MHz del clúster 3

Fuente: Elaborador por el autor (Diego Molina, 2020)

A igual que todas las tecnologías de telefonía móvil, la cobertura es un indicador de probabilidad de un buen nivel de servicio y rendimiento de una red.

Con los histogramas comparativos de los clústers 1,2 y 3 se evidenció la mejora en la cobertura, mostrando un incremento del indicador excelente con el 60.80% para el clúster 1, 63.21 % para el clúster 2 y 68.02 % para el clúster 3, al emplear la banda complementaria de 700 MHz.

En vista que el estudio se efectuó sobre la cobertura, el aumento del Throughput²⁵ que se genere por la implementación de la tecnología LTE en la banda 700 MHz, no tendría en gran impacto en el Mobile Backhaul ²⁶ de la Operadora CNT, ya que actualmente utiliza como medio de transmisión la fibra óptica²⁷.

Por lo tanto podría coexistir con el tráfico de la transmisión de la red de 3G y de 4G, como se presenta en la Figura 68.

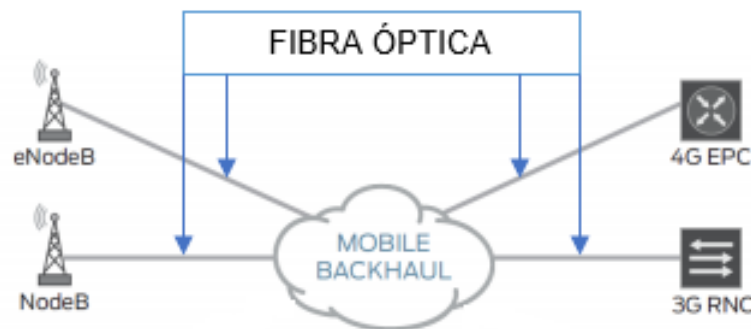


Figura 67.- Esquema general del Mobile Backhaul

Fuente: Adaptado de la Propuesta de diseño de Backhaul para la red de la CNT EP. (Segarra, 2018)

²⁵ Throughput: es la cantidad máxima de datos permitidos a través de un canal que puede ser transferida por la unidad de tiempo.

²⁶ Mobile Backhaul: es la red de transporte que conecta las estaciones base con las redes troncalizadas.

²⁷ Fibra Óptica: es un canal físico de transmisión, que está formado por hilos de fibra de vidrio o plástico, que a través de los cuales viajan pulsos de luz que contiene los bits de información.

3.5. Análisis de factibilidad económica de la implementación de la Tecnología LTE en la banda de 700 MHz en la Zona Norte de la ciudad de Quito.

Realizada la propuesta de cobertura y determinado el número de radiobases para la implementación de LTE en la banda de 700 MHz, se establece un presupuesto referencial del costo del despliegue de la tecnología a implementarse. Para lo cual se debe tener en cuenta los siguientes puntos:

- El despliegue de tecnología se realizará en las radiobases existentes de la operadora móvil, donde se aprovechará la reutilización de la infraestructura civil con varias adecuaciones.
- Al tener una red de alta capacidad, se utilizará la fibra existente como medio de transmisión para la tecnología LTE en la banda 700 MHz.

Para el análisis del presupuesto se enfocará en los costos de infraestructura civil y de equipamiento (CAPEX) para la nueva tecnología a implementar en la red existente. Se toma en cuenta estos dos costos por ser los que representan un gran impacto económico en la puesta en marcha y despliegue de la red inalámbrica.

En la tabla 26, se muestra el primer presupuesto referencial de las adecuaciones de infraestructura civil a precio de mercado local para el despliegue de la tecnología en la banda 700 MHz. Este presupuesto considera las 16 radiobases que van a ser intervenidas.

Tabla 26

Presupuesto referencial de la infraestructura civil para el despliegue la tecnología LTE en la banda de 700 MHz

Ítem	Descripción de servicios a utilizar por sitio	Cantidad total	Unidad	Precio/ Unitario (Dólares)	Total, de c/u de los Ítem (Dólares)
1	Adecuaciones de obra civil (tramos de escarillas)	16	U	\$200,00	\$3.200,00
2	Adecuaciones de obra civil (polos - simples) 3 U- sectores -Antenas	48	U	\$600,00	\$28.800,00
3	Adecuaciones de obra civil (polos - simples) 3 U- sectores - RRUS	48	U	\$300,00	\$14.400,00
4	Adecuaciones de obra civil (barra de tierra)	16	U	\$100,00	\$1.600,00
				TOTAL	\$ 48.000,00

Fuente: Elaborado por el Autor, (Diego Molina, 2020)

La operadora CNT E.P dispone de equipamiento del vendor Huawei Technologies en su gran parte de la infraestructura de la red 4G LTE, según lo informado por el proceso

precontractual del contrato principal 4300000340 de Contraloría. (Contraloría General del Estado , 2018). De esta manera, se presenta en la Tabla 27, el segundo presupuesto referencial del equipamiento (CAPEX) para la tecnología LTE en la banda de 700 MHZ, basados en costos internacionales.

Tabla 27

Presupuesto referencial del equipamiento para la tecnología LTE en la banda de 700MHz

Ítem	Descripción de materiales a utilizar por sitio	Cantidad total	Marca	Tecnología	Precio/Unitario/Internacional (Dólares)	Total, de c/u de los Ítem (Dólares)
1	1U -Tarjeta UBBPd4	16	Huawei	APT700	\$1.000,00	\$16.000,00
2	1U- Tarjeta UPEU	16	Huawei	APT700	\$120,00	\$1.920,00
3	1U- DCDU 12B - DC Power Distribution Unit	16	Huawei	APT700	\$46,35	\$741,60
4	3 U - RRU3268 for LTE APT700M C / Incluye Kit de energización	48	Huawei	APT700	\$2.000,00	\$96.000,00
5	3 U- Directional Antenna, DX-690-960 MHZ	48	Huawei	APT700	\$100,00	\$4.800,00
6	6 U- Jumpers Superflexible RF 1/2 - 6 m	96	Huawei	APT700	\$5,00	\$480,00
7	3 U-Fibra Óptica para la interconexión entre tarjeta UBBP y RRUs (Conectores LC - LC) -20 m	48	Huawei	APT700	\$10,00	\$480,00
8	6U- SFP 850nm,4.25G multi-mode Ópticas Transceiver	96	Huawei	APT700	\$12,95	\$1.243,20
9	3 U- DBS Antenna Feeder Installation Auxiliary Kit Per Sector	48	Huawei	APT700	\$50,00	\$2.400,00
					TOTAL	\$124.064,80

Fuente: (Hangzhou Technology - Huawei, 2020)

En lo que se refiere a la parte de la implementación de los equipos en los sitios proyectados, la Operadora Estatal, oferta el servicio de instalación a las empresas contratistas mediante procesos de contratación a precios del mercado local. Estos contratos son variables dependiendo del proveedor que gana el concurso.

No obstante, estos rubros son adicionales a los dos presupuestos referenciales generados de adecuaciones de infraestructura civil con un valor de \$ 48.000,00 y de equipamiento (CAPEX) con un valor de \$ 124.064,80, los cuales completan un monto total de inversión proyectada de \$ 172.064,80 sin tomar en cuenta la instalación y configuración de los equipos en la red.

En efecto el valor proyectado estaría dentro de los presupuestos de la Operadora Estatal para la inversión en el área de telefonía móvil, que de acuerdo con los boletines informativos trimestrales que presenta la operadora están bordeando los \$ 2.569.882,00 (CNT E.P, 2020).

En la Figura 69, se presenta el porcentaje del presupuesto proyectado para la Implementación de la Tecnología LTE en la banda 700 MHz frente al presupuesto que dispone la Operadora Estatal en el área de telefonía.

En consecuencia, el monto de inversión proyectado tendría un impacto mínimo del 7% del presupuesto que dispone para el área de la telefonía móvil la Operadora Estatal. Considerando que la inversión mejoraría la cobertura LTE en la zona propuesta y los abonados obtendrán un mejor servicio, se podrá atraer más clientes. Esta implementación en la banda de 700MHz, de igual manera, se podrá efectuar en las otras ciudades.

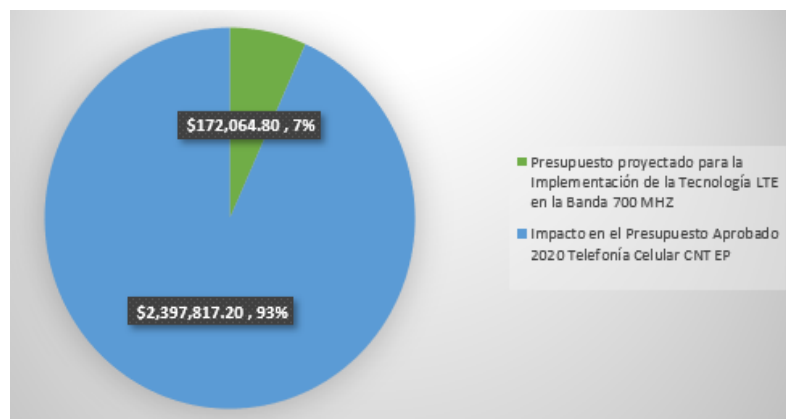


Figura 68.- Impacto del presupuesto proyectado de la implementación LTE en la banda 700 MHz vs Presupuesto aprobado CNT E.P

Fuente: Presupuesto Fiscal, (CNT E.P, 2020)

Adicionalmente, se consideró otro presupuesto referencial de equipamiento (CAPEX), que se presenta en la Tabla 28. En ese caso se consideró al vendor ZTE Corporation²⁸. Se puede evidenciar, que los montos de presupuestos referenciales también están dentro de un rango aceptable para realizar una inversión en el mejoramiento del servicio de la red de LTE de la Operadora Estatal CNT E.P.

²⁸ ZTE Corporation: empresa internacional de origen chino que provee de equipos y soluciones de telecomunicaciones a nivel global.

Tabla 28

Presupuesto referencial del equipamiento para la tecnología LTE vendor ZTE en la banda de 700 MHz.

Ítem	Descripción de materiales a utilizar por sitio	Cantidad total	Marca	Tecnología	Precio/Unitario (Dólares)	TOTAL (Dólares)
1	1U - ZTE ZXSDR BBU B8200 (Unidad de banda Base)	16	ZTE	LTE-700 MHZ	\$ 500.00	\$ 8,000.00
2	1U - ZTE BBU B8200 B8300 CC17 para GSM, UMTS y LTE	16	ZTE	LTE-700 MHZ	\$ 200.00	\$ 3,200.00
3	1U - Fuente de alimentación conmutada DCDU ZTE DCPD6	16	ZTE	LTE-700 MHZ	\$ 50.00	\$ 800.00
4	3U - ZTE ZXSDR R8862A S900 S9000 unidad de Radio remota UniRAN 16/GUL Multimodo RRU Incluye Kit de energización	48	ZTE	LTE-700 MHZ	\$ 2,900.00	\$ 139,200.00
5	1U - Sistema de energía integrado fuente de alimentación ZTE ZXDU68 B201	16	ZTE	LTE-700 MHZ	\$ 100.00	\$ 1,600.00
6	3U - Sector antena, 2x 790-960 and 2x 1710-2690 MHz, 65° HPBW, RET compatible	48	COM MSCO PE	LTE-700 MHZ	\$ 100.00	\$4,800.00
7	Jumpers Superflexible RF 1/2 - 6 m	96	Varios	LTE-700 MHZ	\$ 5.00	\$ 480.00
8	3U - Cable óptico Asamblea DLC/PC Multimodo GYFJH 2A1a (LSZH) 40M 7,0mm 0,03 m/0,34 m Cable 14130644	48	Varios	LTE-700 MHZ	\$ 50.00	\$ 2,400.00
9	6U - ZTE módulo óptico SM-15km-1270Rx/1330Tx-6G-I	96	ZTE	LTE-700 MHZ	\$ 20.00	\$1,920.00
10	3U - DBS Antenna Feeder Installation Auxiliary Kit Per Sector	48	Varios	LTE-700 MHZ	\$ 50.00	\$ 2,400.00
					TOTAL	\$ 164,800.00

Fuente: (Hangzhou Technology - ZTE, 2020)

CAPÍTULO IV

4.1. Conclusiones

La Tecnología LTE constituyó un avance importante en el área de telefonía móvil de cuarta generación, con nuevas soluciones de internet de banda ancha. Comparado con las redes de segunda y tercera generación, ofrece una mejor calidad del servicio tanto en zonas urbanas como en las rurales.

La Empresa Estatal implementó la red LTE, para buscar soluciones de mejora de cobertura y calidad de servicio. Esta red es el principal componente del negocio móvil considerando que ofrecerá un óptimo servicio de conectividad y además es un punto de partida para las redes de quinta generación.

Una solución para aumentar la calidad en el servicio de la red LTE, es utilizar bandas complementares para auxiliar la cobertura. En este trabajo se analizó la banda de 700 Mhz, verificando que dada su propagación de largo alcance permite una buena penetración en zonas urbanas de alta densidad de edificaciones. De igual manera esta banda es ideal para áreas rurales ya que se necesitan menos radiobases para cubrir las zonas con naturaleza población baja.

La Tecnología LTE en la banda de los 700 MHz, comparte similitudes de equipamiento y funcionamiento con la tecnología en la banda de 2100 MHz. De este modo su despliegue se simplifica dado que se puede aprovechar la infraestructura existente.

Aplicando la técnica del drive test, se consiguió evaluar el desempeño de la red LTE existente en la banda de 2100 MHz. Se evidenció la deficiencia y problemas del estado de cobertura actual, sobresaliendo los indicadores bajo e inestable del parámetro RSRP. Estos datos fueron corroborados con la simulación de los estados de cobertura actual utilizando el Software Atoll. Este Software constato que el indicador excelente obtuvo valores de cobertura bajos: con el 7.66 % para el clúster 1, el 7.25 % para el clúster 2 y el 13.45 % para el clúster 3.

Las predicciones de cobertura móvil en la red de LTE con el completo en la banda de 700 MHz evidencian los beneficios de la implementación de la propuesta. Se conseguirán altos valores con el indicador excelente: 60.80% para el clúster 1, 63.21 % para el clúster 2 y 68.02 % para el clúster 3.

En factibilidad económica, la implementación de la Tecnología LTE en banda de 700 MHz tendría un impacto mínimo del 7% del presupuesto planificado por la Empresa Estatal para la inversión de nuevos proyectos en el área de Telefonía Móvil, tomando en cuenta las mejoras en cobertura que se obtendría para todos sus abonados.

4.2. Recomendación

Se recomienda que la Empresa Estatal CNT E.P realice más estudios que permitan comparar beneficios económicos que proporciona implementar la tecnología LTE en la banda de 700 MHz en zonas urbanas y rurales.

Se recomienda usar software de simulación ATOLL, en sus versiones trial o licenciada, para evaluar teóricamente los estados de las redes móviles y realizar predicciones de cobertura con parámetros elementales como el RSRP, con el que se consigue aproximaciones reales de cobertura móvil en las zonas de interés.

Las Compañías de Telecomunicaciones deberían solicitar al Gobierno del Ecuador más recursos del espectro radioeléctrico en forma equitativa, para que todos los operadores móviles brinden mejor cobertura y aumenten su capacidad en los servicios móviles. Se considera muy importante reducir la brecha digital que existe en la sociedad ecuatoriana.

La Empresa Estatal debería solicitar a las entidades de control de las Telecomunicaciones como la ARCOTEL y MINTEL, más control respecto a retrasos en la migración de las transmisiones analógicas a digitales de las televisoras de señal abierta, para que las soluciones móviles puedan hacer uso completo del espectro en la banda 700 MHz.

Anexos

Anexo A.- Radiobase Clúster 1

CLUSTER	CIUDAD	PARROQUIA	ESTACION BASE	LONGITUD	LATITUD
R1_01	QUITO	CARCELEN	RBS_MASTODONTES_AWS	-78.467	-0.088
R1_02	QUITO	CARCELEN	RBS_CARCELEN_BAJO_AWS	-78.469	-0.083
R1_03	QUITO	CARCELEN	RBS_CARCELEN_JOSEFINOS_AWS	-78.463	-0.075
R1_04	QUITO	CARCELEN	RBS_CARCELEN_AWS	-78.473	-0.093
R1_05	QUITO	CARCELEN	RBS_CENTRAL_CARCELEN_AWS	-78.479	-0.101
R1_06	QUITO	CARCELEN	RBS_COL_EINSTEIN_AWS	-78.482	-0.902
R1_07	QUITO	CARCELEN	RBS_HOSP_SAN_FRANCISCO_AWS	-78.477	-0.087
R1_08	QUITO	CONDADO	RBS_BUSTAMANTE_AWS	-78.496	-0.118
R1_09	QUITO	COTOCOLLAO	RBS_COTOCOLLAO_AWS	-78.497	-0.112
R1_10	QUITO	CONDADO	RBS_ENTRADA_ESTADIO_AWS	-78.493	-0.109
R1_11	QUITO	CONDADO	RBS_CC_CONDADO_AWS	-78.493	-0.103
R1_12	QUITO	CONDADO	RBS_MENA_DEL_HIERRO_AWS	-78.507	-0.108
R1_13	QUITO	CONDADO	RBS_LDU_AWS	-78.487	-0.109
R1_14	QUITO	PONCEANO	RBS_REAL_AUDIENCIA_AWS	-78.482	-0.097
R1_15	QUITO	PONCEANO	RBS_NAZACOTA_AWS	-78.490	-0.118
R1_16	QUITO	PONCEANO	RBS_CARCELEN_INDUSTRIAL_AWS	-78.478	-0.107
R1_17	QUITO	PONCEANO	RBS_DIEGO_DE_VASQUEZ_AWS	-78.483	-0.101
R1_18	QUITO	PONCEANO	RBS_PONCEANO_AWS	-78.486	-0.105
R1_19	QUITO	COTOCOLLAO	RBS_AGUA_CLARA_AWS	-78.483	-0.115
R1_20	QUITO	COTOCOLLAO	RBS_EL_PORVENIR_AWS	-78.502	-0.124
R1_21	QUITO	COTOCOLLAO	RBS_FLORIDA_AWS	-78.497	-0.145
R1_22	QUITO	COTOCOLLAO	RBS_PEDRO_ALVARADO_AWS	-78.501	-0.126
R1_23	QUITO	COTOCOLLAO	RBS_VACA_DE_CASTRO_AWS	-78.494	-0.130
R1_24	QUITO	COTOCOLLAO	RBS_LA_PRENSA_AWS	-78.493	-0.123
R1_25	QUITO	COTOCOLLAO	RBS_LEGARDA_AWS	-78.501	-0.116
R1_26	QUITO	COTOCOLLAO	RBS_PATRONATO_SAN_JOSE_AWS	-78.491	-0.115

TOTAL	26
-------	----

Fuente: Adaptado de las Estadísticas de Infraestructura del Servicio Móvil Avanzado (ARCOTEL , 2019)

Anexo B .- Radiobase Clúster 2

CLUSTER	CIUDAD	PARROQUIA	ESTACION BASE	LONGITUD	LATITUD
R2_01	QUITO	COMITÉ DEL PUEBLO	RBS_CIPRESES_AWS	-78.478	-0.116
R2_02	QUITO	COMITÉ DEL PUEBLO	RBS_COMITE_DEL_PUEBLO_AWS	-78.468	-0.126
R2_03	QUITO	COMITÉ DEL PUEBLO	RBS_DE_LOS_PINOS_AWS	-78.473	-0.137
R2_04	QUITO	COMITÉ DEL PUEBLO	RBS_JOSE_BARREIRO_AWS	-78.474	-0.141
R2_05	QUITO	COMITÉ DEL PUEBLO	RBS_LA_BOTA_AWS	-78.468	-0.112
R2_06	QUITO	EL INCA	RBS_EL_INCA_AWS	-78.476	-0.156
R2_07	QUITO	EL INCA	RBS_ARELLANO_AWS	-78.464	-0.156
R2_08	QUITO	EL INCA	RBS_AMAGASI_DEL_INCA_AWS	-78.460	-0.145
R2_09	QUITO	EL INCA	RBS_EL_EDEN_AWS	-78.468	-0.133
R2_10	QUITO	EL INCA	RBS_MURIALDO_AWS	-78.475	-0.132
R2_11	QUITO	LA CONCEPCION	RBS_BICENTENARIO_AWS	-78.492	-0.147
R2_12	QUITO	LA CONCEPCION	RBS_MACHALA_AWS	-78.497	-0.135
R2_13	QUITO	LA CONCEPCION	RBS_TUFINO(PI)_AWS	-78.487	-0.128
R2_14	QUITO	LA CONCEPCION	RBS_BRASIL_AWS	-78.493	-0.150
R2_15	QUITO	LA CONCEPCION	RBS_EL_LABRADOR_AWS	-78.488	-0.160
R2_16	QUITO	LA CONCEPCION	RBS_PARQUE_INGLES_AWS	-78.501	-0.133
R2_17	QUITO	LA CONCEPCION	RBS_SAN_CARLOS_AWS	-78.493	-0.139
R2_18	QUITO	KENNEDY	RBS_BUGAMBILLAS_AWS	-78.473	-0.158
R2_19	QUITO	KENNEDY	RBS_ISAAC_ALBENIZ_AWS	-78.482	-0.153
R2_20	QUITO	KENNEDY	RBS_LA_LUZ_AWS	-78.477	-0.146
R2_21	QUITO	KENNEDY	RBS_LIZARZABURO_AWS	-78.475	-0.149
R2_22	QUITO	KENNEDY	RBS_RAFAEL_AULESTIA_AWS	-78.488	-0.134
R2_23	QUITO	KENNEDY	RBS_RAFAEL_RAMOS_AWS	-78.484	-0.151
R2_24	QUITO	KENNEDY	RBS_TEODORO_SALEM_AWS	-78.481	-0.142
R2_25	QUITO	KENNEDY	RBS_KENNEDY_AWS	-78.476	-0.138
R2_26	QUITO	KENNEDY	RBS_SABANILLA_AWS	-78.485	-0.122
R2_27	QUITO	COCHAPAMBA	RBS_REPUBLICA_COUB_AWS	-78.492	-0.177
R2_28	QUITO	COCHAPAMBA	RBS_RUMIPAMBAL20_AWS	-78.492	-0.187
R2_29	QUITO	COCHAPAMBA	RBS_VILLALENGUA_AWS	-78.495	-0.172
R2_30	QUITO	COCHAPAMBA	RBS_CORDILLERA_AWS	-78.489	-0.152
R2_31	QUITO	COCHAPAMBA	RBS_MANUEL_VALDIVIESO_AWS	-78.498	-0.150

TOTAL	31
-------	----

Fuente: Adaptado de las Estadísticas de Infraestructura del Servicio Móvil Avanzado (ARCOTEL , 2019)

Anexo C .- Radiobase Clúster 3

CLUSTER	CIUDAD	PARROQUIA	ESTACION BASE	LONGITUD	LATITUD
R3_01	QUITO	IÑAQUITO	RBS_AMAZONAS_AWS	-78.485	-0.173
R3_02	QUITO	RUMIPAMBA	RBS_ATAHUALPA_AWS	-78.490	-0.184
R3_03	QUITO	MARISCAL SUCRE	RBS_AV_AMAZONAS_TRR_AWS	-78.496	-0.206
R3_04	QUITO	JIPIJAPA	RBS_BATAN_ALTO_AWS	-78.475	-0.184
R3_05	QUITO	BELISARIO QUEVEDO	RBS_BELISARIO_AWS	-78.498	-0.191
R3_06	QUITO	JIPIJAPA	RBS_BELLAVISTA_AWS	-78.477	-0.189
R3_07	QUITO	MARISCAL SUCRE	RBS_BELLO_HORIZONTE_TRR_AWS	-78.485	-0.199
R3_08	QUITO	IÑAQUITO	RBS_BENALCAZAR_AWS	-78.479	-0.183
R3_09	QUITO	IÑAQUITO	RBS_CAROLINA_AWS	-78.484	-0.186
R3_10	QUITO	IÑAQUITO	RBS_CHECOSLOVAQUIA_AWS	-78.478	-0.185
R3_11	QUITO	RUMIPAMBA	RBS_CINEMARK_AWS	-78.493	-0.173
R3_12	QUITO	IÑAQUITO	RBS_CIRCULO_MILITAR_COUB_AWS	-78.487	-0.198
R3_13	QUITO	JIPIJAPA	RBS_COL_CENTRAL_TECNICO_AWS	-78.481	-0.167
R3_14	QUITO	MARISCAL SUCRE	RBS_CORDERO_AWS	-78.484	-0.207
R3_15	QUITO	RUMIPAMBA	RBS_CUERO_CAICEDO_AWS	-78.493	-0.190
R3_16	QUITO	IÑAQUITO	RBS_DORAL_AWS	-78.493	-0.195
R3_17	QUITO	MARISCAL SUCRE	RBS_DROIRA_AWS	-78.494	-0.200
R3_18	QUITO	RUMIPAMBA	RBS_ECHEVERRIA_AWS	-78.489	-0.165
R3_19	QUITO	IÑAQUITO	RBS_ECUAVISAL_AWS	-78.473	-0.187
R3_20	QUITO	JIPIJAPA	RBS_ESTACION_NORTE_AWS	-78.486	-0.164
R3_21	QUITO	MARISCAL SUCRE	RBS_FISCALIA_GENERAL_AWS	-78.494	-0.210
R3_22	QUITO	IÑAQUITO	RBS_FLACSO_TRR_AWS	-78.487	-0.194
R3_23	QUITO	IÑAQUITO	RBS_FLORON_TRR_AWS	-78.489	-0.180
R3_24	QUITO	IÑAQUITO	RBS_GASPAR_DE_VILLAROEEL_AWS	-78.471	-0.172
R3_25	QUITO	IÑAQUITO	RBS_GONZALES_SUAREZ_AWS	-78.476	-0.194
R3_26	QUITO	JIPIJAPA	RBS_GRANADOS_AWS	-78.474	-0.166
R3_27	QUITO	IÑAQUITO	RBS_GUANGUILTAHUA_AWS	-78.473	-0.178
R3_28	QUITO	IÑAQUITO	RBS_INAQUITO_AWS	-78.484	-0.169
R3_29	QUITO	JIPIJAPA	RBS_ISLA_SAN_CRISTOBAL_AWS	-78.478	-0.160
R3_30	QUITO	IÑAQUITO	RBS_JARDIN_AWS	-78.486	-0.191
R3_31	QUITO	BELISARIO QUEVEDO	RBS_LA_COMUNA_AWS	-78.510	-0.189
R3_32	QUITO	RUMIPAMBA	RBS_LA_GASCA_AWS	-78.506	-0.197
R3_33	QUITO	BELISARIO QUEVEDO	RBS_LA_GRANJA_AWS	-78.496	-0.188
R3_34	QUITO	JIPIJAPA	RBS_LA_INMACULADA_AWS	-78.479	-0.198
R3_35	QUITO	BELISARIO QUEVEDO	RBS_LA_PRADERA_AWS	-78.490	-0.190
R3_36	QUITO	RUMIPAMBA	RBS_LAS_CASAS_AWS	-78.503	-0.189
R3_37	QUITO	BELISARIO QUEVEDO	RBS_LIZARAZU_AWS	-78.508	-0.192
R3_38	QUITO	BELISARIO QUEVEDO	RBS_LOS_CABILDOS_AWS	-78.493	-0.168
R3_39	QUITO	RUMIPAMBA	RBS_MANOSCA_AWS	-78.495	-0.176
R3_40	QUITO	MARISCAL SUCRE	RBS_MARISCAL_SUCRE_AWS	-78.493	-0.204

R3_41	QUITO	BELISARIO QUEVEDO	RBS_MEDITROPOLI_AWS	-78.503	-0.185
R3_42	QUITO	IÑAQUITO	RBS_MEGAMAXI_AWS	-78.477	-0.181
R3_43	QUITO	JIPIJAPA	RBS_MINISTERIO_DEPORTES_AWS	-78.477	-0.173
R3_44	QUITO	BELISARIO QUEVEDO	RBS_MINISTERIO_FINANZAS_AWS	-78.499	-0.204
R3_45	QUITO	RUMIPAMBA	RBS_MIRAFLORES_AWS	-78.507	-0.205
R3_46	QUITO	JIPIJAPA	RBS_MONTESERRIN_BAJO_AWS	-78.466	-0.157
R3_47	QUITO	IÑAQUITO	RBS_MOSCU_AWS	-78.481	-0.186
R3_48	QUITO	BELISARIO QUEVEDO	RBS_MOSQUERA_AWS	-78.498	-0.195
R3_49	QUITO	MARISCAL SUCRE	RBS_MTOP_AWS	-78.490	-0.199
R3_50	QUITO	MARISCAL SUCRE	RBS_MULTICENTRO_AWS	-78.486	-0.202
R3_51	QUITO	IÑAQUITO	RBS_NACIONES_UNIDAS_AWS	-78.488	-0.174
R3_52	QUITO	JIPIJAPA	RBS_INAQUITO_MONTESERRIN_AWS	-78.466	-0.163
R3_53	QUITO	MARISCAL SUCRE	RBS_PATRIA_AWS	-78.497	-0.207
R3_54	QUITO	IÑAQUITO	RBS_PLAZA_ARGENTINA_AWS	-78.482	-0.190
R3_55	QUITO	IÑAQUITO	RBS_PLAZA_ARTIGAS_AWS	-78.483	-0.203
R3_56	QUITO	MARISCAL SUCRE	RBS_PLAZA_FOCH_AWS	-78.490	-0.203
R3_57	QUITO	BELISARIO QUEVEDO	RBS_POLIT_LASSO_AWS	-78.509	-0.184
R3_58	QUITO	IÑAQUITO	RBS_QUICENTRO_NORTE_AWS	-78.480	-0.175
R3_59	QUITO	MARISCAL SUCRE	RBS_REINA_VICTORIA_AWS	-78.490	-0.202
R3_60	QUITO	IÑAQUITO	RBS_REPUBLICA_DEL_SALVADOR_AWS	-78.479	-0.179
R3_61	QUITO	JIPIJAPA	RBS_RIO_COCA_AWS	-78.474	-0.162
R3_62	QUITO	IÑAQUITO	RBS_SHYRIS_AWS	-78.479	-0.170
R3_63	QUITO	JIPIJAPA	RBS_TOMAS_DE_BERLANGA_AWS	-78.482	-0.163
R3_64	QUITO	IÑAQUITO	RBS_TRIBUNA_AWS	-78.481	-0.181
R3_65	QUITO	IÑAQUITO	RBS_VIVALDI_AWS	-78.486	-0.178
R3_66	QUITO	MARISCAL SUCRE	RBS_WHIMPER_TRR_AWS	-78.481	-0.196
R3_67	QUITO	IÑAQUITO	RBS_TRIBUNAL_SUPREMO_AWS	-74.480	-0.189

TOTAL	67
-------	----

Fuente: Adaptado de las Estadísticas de Infraestructura del Servicio Móvil Avanzado (ARCOTEL , 2019)

Anexo D.- Reportes estadísticos Radiobases 1 LTE CNT E.P

Sectores LTE	Active	Antenna	Height (m)	Azimuth (°)	Mechanical Downtilt (°)	Additional Electrical Downtilt (°)	Number of Transmission Antenna Ports	Number of Reception Antenna Ports	Feeder Equipment
RBS_AGUA_CLARA_1	True	ADU451819	20	40	-1	3	2	2	1/2" at 2100 MHz
RBS_AGUA_CLARA_2	True	ADU451819	20	130	-1	3	2	2	1/2" at 2100 MHz
RBS_AMAGASI_DEL_INCA_1	True	ADU451819	10	0	0	7	2	2	1/2" at 2100 MHz
RBS_AMAGASI_DEL_INCA_2	True	ADU451819	10	270	0	9	2	2	1/2" at 2100 MHz
RBS_AMAZONAS_1	True	ADU451819	46	10	2	6	2	2	1/2" at 2100 MHz
RBS_AMAZONAS_2	True	ADU451819	43	110	2	4	2	2	1/2" at 2100 MHz
RBS_AMAZONAS_3	True	ADU451819	43	225	2	7	2	2	1/2" at 2100 MHz
RBS_ARELLANO_1	True	ADU451819	16	70	-2	6	2	2	1/2" at 2100 MHz
RBS_ARELLANO_2	True	ADU451819	16	150	-2	6	2	2	1/2" at 2100 MHz
RBS_ATAHUALPA_1	True	ADU451819	34	20	3	0	2	2	1/2" at 2100 MHz
RBS_ATAHUALPA_2	True	ADU451819	34	160	2	10	2	2	1/2" at 2100 MHz
RBS_ATAHUALPA_3	True	ADU451819	41	275	4	6	2	2	1/2" at 2100 MHz
RBS_AV_AMAZONAS_TRR_1	True	ADU451819	29	320	2	8	2	2	1/2" at 2100 MHz
RBS_AV_AMAZONAS_TRR_2	True	ADU451819	29	90	1	8	2	2	1/2" at 2100 MHz
RBS_AV_AMAZONAS_TRR_3	True	ADU451819	29	202	2	8	2	2	1/2" at 2100 MHz
RBS_BATAN_ALTO_1	True	ADU451819	21	15	0	6	2	2	1/2" at 2100 MHz
RBS_BATAN_ALTO_2	True	ADU451819	21	130	-5	4	2	2	1/2" at 2100 MHz
RBS_BATAN_ALTO_3	True	ADU451819	16	170	0	3	2	2	1/2" at 2100 MHz
RBS_BELISARIO_1	True	ADU451819	22	10	1	6	2	2	1/2" at 2100 MHz
RBS_BELISARIO_2	True	ADU451819	24	220	2	6	2	2	1/2" at 2100 MHz
RBS_BELISARIO_3	True	ADU451819	25	300	-2	6	2	2	1/2" at 2100 MHz
RBS_BELLAVISTA_1	True	ADU451819	31	70	-4	4	2	2	1/2" at 2100 MHz
RBS_BELLAVISTA_2	True	ADU451819	31	120	-2	4	2	2	1/2" at 2100 MHz
RBS_BELLO_HORIZONTE_TRR_1	True	ADU451819	27	40	-1	7	2	2	1/2" at 2100 MHz
RBS_BELLO_HORIZONTE_TRR_2	True	ADU451819	27	120	-2	6	2	2	1/2" at 2100 MHz
RBS_BELLO_HORIZONTE_TRR_3	True	ADU451819	27	200	0	8	2	2	1/2" at 2100 MHz
RBS_BENALCAZAR_1	True	ADU451819	32	130	0	7	2	2	1/2" at 2100 MHz
RBS_BENALCAZAR_2	True	ADU451819	32	230	0	9	2	2	1/2" at 2100 MHz
RBS_BENALCAZAR_3	True	ADU451819	32	330	0	9	2	2	1/2" at 2100 MHz
RBS_BICENTENARIO_1	True	ADU451819	15	70	1	7	2	2	1/2" at 2100 MHz
RBS_BICENTENARIO_2	True	ADU451819	16	180	-1	5	2	2	1/2" at 2100 MHz
RBS_BICENTENARIO_3	True	ADU451819	15	320	0	6	2	2	1/2" at 2100 MHz
RBS_BRASIL_1	True	ADU451819	27	150	3	7	2	2	1/2" at 2100 MHz
RBS_BRASIL_2	True	ADU451819	24	230	1	7	2	2	1/2" at 2100 MHz
RBS_BRASIL_3	True	ADU451819	29	300	3	7	2	2	1/2" at 2100 MHz
RBS_BUGAMBILLAS_1	True	ADU451819	14	15	0	4	2	2	1/2" at 2100 MHz
RBS_BUGAMBILLAS_2	True	ADU451819	14	120	-2	4	2	2	1/2" at 2100 MHz
RBS_BUGAMBILLAS_3	True	ADU451819	14	250	3	4	2	2	1/2" at 2100 MHz
RBS_BUSTAMANTE_1	True	ADU451819	11	200	-2	5	2	2	1/2" at 2100 MHz
RBS_BUSTAMANTE_2	True	ADU451819	11	280	-2	6	2	2	1/2" at 2100 MHz
RBS_CARCELEN_1	True	ADU451819	21	30	3	7	2	2	1/2" at 2100 MHz
RBS_CARCELEN_2	True	ADU451819	23	150	0	6	2	2	1/2" at 2100 MHz
RBS_CARCELEN_3	True	ADU451819	23	230	-1	7	2	2	1/2" at 2100 MHz
RBS_CARCELEN_BAJO_1	True	ADU451819	18	140	-1	5	2	2	1/2" at 2100 MHz
RBS_CARCELEN_BAJO_2	True	ADU451819	18	210	-2	7	2	2	1/2" at 2100 MHz
RBS_CARCELEN_INDUSTRIAL_1	True	ADU451819	19	70	0	6	2	2	1/2" at 2100 MHz
RBS_CARCELEN_INDUSTRIAL_2	True	ADU451819	23	160	0	6	2	2	1/2" at 2100 MHz
RBS_CARCELEN_JOSEFINOS_1	True	ADU451819	18	125	2	6	2	2	1/2" at 2100 MHz
RBS_CARCELEN_JOSEFINOS_2	True	ADU451819	24	180	-2	6	2	2	1/2" at 2100 MHz
RBS_CARCELEN_JOSEFINOS_3	True	ADU451819	24	250	0	6	2	2	1/2" at 2100 MHz
RBS_CAROLINA_1	True	ADU451819	28	50	0	7	2	2	1/2" at 2100 MHz
RBS_CAROLINA_2	True	ADU451819	28	170	0	6	2	2	1/2" at 2100 MHz
RBS_CAROLINA_3	True	ADU451819	28	300	0	6	2	2	1/2" at 2100 MHz
RBS_CC_CONDADO_1	True	ADU451819	17	80	-1	8	2	2	1/2" at 2100 MHz
RBS_CC_CONDADO_2	True	ADU451819	17	160	-1	6	2	2	1/2" at 2100 MHz
RBS_CC_CONDADO_3	True	ADU451819	17	240	1	5	2	2	1/2" at 2100 MHz
RBS_CENTRAL_CARCELEN_AWS_1	True	ADU451819	30	0	3	7	2	2	1/2" at 2100 MHz
RBS_CENTRAL_CARCELEN_AWS_2	True	ADU451819	30	117	0	6	2	2	1/2" at 2100 MHz
RBS_CENTRAL_CARCELEN_AWS_3	True	ADU451819	30	233	-1	7	2	2	1/2" at 2100 MHz
RBS_CHECOSLOVAQUIA_1	True	ADU451819	25	50	-1	7	2	2	1/2" at 2100 MHz
RBS_CHECOSLOVAQUIA_2	True	ADU451819	25	130	-3	6	2	2	1/2" at 2100 MHz
RBS_CINEMARK_1	True	ADU451819	17	123	0	5	2	2	1/2" at 2100 MHz
RBS_CINEMARK_2	True	ADU451819	17	250	3	2	2	2	1/2" at 2100 MHz
RBS_CINEMARK_3	True	ADU451819	17	0	-2	3	2	2	1/2" at 2100 MHz
RBS_CIPRESES_1	True	ADU451819	11	50	-3	5	2	2	1/2" at 2100 MHz
RBS_CIPRESES_2	True	ADU451819	11	130	-3	5	2	2	1/2" at 2100 MHz
RBS_CIRCULO_MILITAR_COUB_1	True	ADU451819	11	340	0	5	2	2	1/2" at 2100 MHz
RBS_CIRCULO_MILITAR_COUB_2	True	ADU451819	10	120	0	5	2	2	1/2" at 2100 MHz
RBS_CIRCULO_MILITAR_COUB_3	True	ADU451819	13	230	0	4	2	2	1/2" at 2100 MHz
RBS_COL_CENTRAL_TECNICO_AWS	True	ADU451819	30	0	0	6	2	2	1/2" at 2100 MHz

RBS_COL_CENTRAL_TECNICO_AWS_1	True	ADU451819	30	109	0	7	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_COL_CENTRAL_TECNICO_AWS_3	True	ADU451819	30	223	0	7	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_COL_EINSTEIN_1	True	ADU451819	19	100	-5	3	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_COL_EINSTEIN_2	True	ADU451819	19	170	-4	3	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_COMITE_DEL_PUEBLO_1	True	ADU451819	25	120	-1	6	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_COMITE_DEL_PUEBLO_2	True	ADU451819	25	210	0	6	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_COMITE_DEL_PUEBLO_3	True	ADU451819	25	300	-2	5	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_CORDERO_1	True	ADU451819	21	312	0	6	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_CORDERO_2	True	ADU451819	21	70	0	4	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_CORDERO_3	True	ADU451819	21	182	0	6	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_CORDILLERA_1	True	ADU451819	15	0	1	7	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_CORDILLERA_2	True	ADU451819	15	180	0	6	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_CORDILLERA_3	True	ADU451819	15	260	-1	6	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_COTOCOLLAO_1	True	ADU451819	17	140	0	2	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_COTOCOLLAO_2	True	ADU451819	17	250	1	4	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_COTOCOLLAO_3	True	ADU451819	17	350	1	3	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_CUERO_CAICEDO_1	True	ADU451819	22	130	2	8	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_CUERO_CAICEDO_2	True	ADU451819	24	250	-1	6	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_CUERO_CAICEDO_3	True	ADU451819	24	330	-1	7	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_DE_LOS_PINOS_1	True	ADU451819	14	40	-3	3	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_DE_LOS_PINOS_2	True	ADU451819	14	120	-3	4	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_DIEGO_DE_VASQUEZ_1	True	ADU451819	15	40	-2	6	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_DIEGO_DE_VASQUEZ_2	True	ADU451819	15	130	-3	7	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_DORAL_1	True	ADU451819	34	60	0	10	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_DORAL_2	True	ADU451819	34	270	2	10	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_DORAL_3	True	ADU451819	34	350	-4	9	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_DROIRAL_AWS_1	True	ADU451819	30	0	1	10	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_DROIRAL_AWS_2	True	ADU451819	30	118	1	10	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_DROIRAL_AWS_3	True	ADU451819	30	235	1	10	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_ECHEVERRIA_1	True	ADU451819	24	220	-3	5	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_ECHEVERRIA_2	True	ADU451819	24	300	-3	5	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_ECUAVISA_1	True	ADU451819	14	90	-3	5	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_ECUAVISA_2	True	ADU451819	14	170	0	7	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_EL_EDEN_1	True	ADU451819	15	30	0	6	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_EL_EDEN_2	True	ADU451819	15	100	0	6	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_EL_EDEN_3	True	ADU451819	15	310	0	7	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_EL_INCA_1	True	ADU451819	18	5	0	6	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_EL_INCA_2	True	ADU451819	18	200	1	7	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_EL_INCA_3	True	ADU451819	18	280	0	7	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_EL_LABRADOR_1	True	ADU451819	14	90	2	6	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_EL_LABRADOR_2	True	ADU451819	14	210	-2	4	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_EL_LABRADOR_3	True	ADU451819	14	320	1	6	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_EL_PORVENIR_1	True	ADU451819	25	260	-5	8	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_EL_PORVENIR_2	True	ADU451819	23	330	-3	7	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_ENTRADA_ESTADIO_1	True	ADU451819	15	80	0	8	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_ENTRADA_ESTADIO_2	True	ADU451819	15	170	-4	5	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_ENTRADA_ESTADIO_3	True	ADU451819	15	260	0	5	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_ESTACION_NORTE_1	True	ADU451819	16	40	0	0	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_ESTACION_NORTE_2	True	ADU451819	16	120	1	0	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_ESTACION_NORTE_3	True	ADU451819	16	230	-3	0	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_FISCALIA_GENERAL_1	True	ADU451819	16	100	0	5	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_FISCALIA_GENERAL_2	True	ADU451819	16	220	1	4	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_FISCALIA_GENERAL_3	True	ADU451819	16	20	0	5	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_FLACSO_TRR_1	True	ADU451819	16	85	-1	7	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_FLACSO_TRR_2	True	ADU451819	16	210	0	7	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_FLACSO_TRR_3	True	ADU451819	16	315	0	6	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_FLORIDA_1	True	ADU451819	15	350	0	3	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_FLORIDA_2	True	ADU451819	14	180	0	8	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_FLORIDA_3	True	ADU451819	14	260	-4	3	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_FLORON_TRR_1	True	ADU451819	26	0	0	6	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_FLORON_TRR_2	True	ADU451819	26	140	0	6	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_FLORON_TRR_3	True	ADU451819	26	250	-1	5	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_GASPAR_DE_VILLAROEEL_1	True	ADU451819	24	70	-2	4	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_GASPAR_DE_VILLAROEEL_2	True	ADU451819	24	180	7	8	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_GONZALES_SUAREZ_1	True	ADU451819	42	346	2	5	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_GONZALES_SUAREZ_2	True	ADU451819	44	108	8	8	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_GONZALES_SUAREZ_3	True	ADU451819	43	240	0	2	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_GRANADOS_1	True	ADU451819	25	90	-5	9	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_GRANADOS_2	True	ADU451819	25	170	1	8	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_GUANGUILTAHUA_1	True	ADU451819	32	60	-3	5	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_GUANGUILTAHUA_2	True	ADU451819	32	170	-4	6	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_HOSP_SAN_FRANCISCO_1	True	ADU451819	23	90	0	6	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_HOSP_SAN_FRANCISCO_2	True	ADU451819	23	180	-3	6	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_HOSP_SAN_FRANCISCO_3	True	ADU451819	21	260	2	7	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_INAQUITO_1	True	ADU451819	22	90	0	7	2	2 1/2" et 2100 MHz

RBS_INAQUITO_2	True	ADU451819	24	240	-2	6	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_INAQUITO_3	True	ADU451819	22	310	0	6	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_ISAAC_ALBENIZ_1	True	ADU451819	18	355	0	2	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_ISAAC_ALBENIZ_2	True	ADU451819	18	130	0	2	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_ISAAC_ALBENIZ_3	True	ADU451819	18	247	0	4	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_ISLA_SAN_CRISTOBAL_1	True	ADU451819	15	90	0	7	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_ISLA_SAN_CRISTOBAL_2	True	ADU451819	14	183	0	6	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_ISLA_SAN_CRISTOBAL_3	True	ADU451819	15	290	0	6	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_JARDIN_1	True	ADU451819	21	50	3	4	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_JARDIN_2	True	ADU451819	21	240	3	5	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_JARDIN_3	True	ADU451819	21	320	3	5	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_JOSE_BARREIRO_1	True	ADU451819	17	70	-1	4	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_JOSE_BARREIRO_2	True	ADU451819	17	160	0	4	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_KENNEDY_1	True	ADU451819	16	30	0	5	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_KENNEDY_2	True	ADU451819	14	110	0	5	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_LA_BOTA_1	True	ADU451819	35	140	0	6	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_LA_BOTA_2	True	ADU451819	35	230	-3	6	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_LA_BOTA_3	True	ADU451819	35	340	0	7	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_LA_COMUNA_1	True	ADU451819	16	6	2	4	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_LA_COMUNA_2	True	ADU451819	16	206	4	5	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_LA_COMUNA_3	True	ADU451819	16	307	0	6	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_LA_GASCA_1	True	ADU451819	24	10	1	4	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_LA_GASCA_2	True	ADU451819	15	200	2	4	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_LA_GASCA_3	True	ADU451819	20	290	0	5	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_LA_GRANJA_1	True	ADU451819	26	260	-3	8	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_LA_GRANJA_2	True	ADU451819	25	340	-3	7	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_LA_INMACULADA_1	True	ADU451819	18	10	0	5	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_LA_INMACULADA_2	True	ADU451819	18	200	0	5	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_LA_LUZ_1	True	ADU451819	20	20	0	5	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_LA_LUZ_2	True	ADU451819	20	150	0	6	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_LA_LUZ_3	True	ADU451819	20	270	1	7	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_LA_PRADERA_1	True	ADU451819	23	50	2	7	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_LA_PRADERA_2	True	ADU451819	23	180	1	7	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_LA_PRADERA_3	True	ADU451819	23	270	0	8	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_LA_PRENSA_1	True	ADU451819	20	90	0	3	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_LA_PRENSA_2	True	ADU451819	20	260	0	3	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_LA_PRENSA_3	True	ADU451819	20	340	0	4	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_LAS_CASAS_1	True	ADU451819	19	270	-3	8	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_LAS_CASAS_2	True	ADU451819	21	90	-2	7	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_LDU_1	True	ADU451819	20	29	-2	6	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_LDU_2	True	ADU451819	25	151	0	6	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_LDU_3	True	ADU451819	16	270	0	8	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_LEGARDA_1	True	ADU451819	15	110	4	4	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_LEGARDA_2	True	ADU451819	18	220	2	3	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_LEGARDA_3	True	ADU451819	18	320	-2	2	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_LIZARAZU_1	True	ADU451819	14	250	-2	6	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_LIZARAZU_2	True	ADU451819	14	330	-3	6	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_LIZARZABURO_1	True	ADU451819	25	50	0	0	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_LIZARZABURO_2	True	ADU451819	25	130	0	0	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_LIZARZABURO_3	True	ADU451819	25	250	0	0	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_LOS_CABILDO5_1	True	ADU451819	18	340	-2	2	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_LOS_CABILDO5_2	True	ADU451819	18	260	-2	4	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_MACHALA_1	True	ADU451819	19	167	-4	6	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_MACHALA_2	True	ADU451819	19	300	-3	5	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_MANOSCA_1	True	ADU451819	20	240	1	2	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_MANOSCA_2	True	ADU451819	20	310	1	2	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_MANUEL_VALDIVIESO_1	True	ADU451819	13	210	-2	6	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_MANUEL_VALDIVIESO_2	True	ADU451819	13	290	-3	6	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_MARISCAL_SUCRE_1	True	ADU451819	29	25	0	5	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_MARISCAL_SUCRE_2	True	ADU451819	29	140	-1	7	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_MARISCAL_SUCRE_3	True	ADU451819	29	260	0	6	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_MASTODONTES_1	True	ADU451819	14	210	-1	6	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_MASTODONTES_2	True	ADU451819	14	280	0	7	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_MEDITROPOLI_1	True	ADU451819	25	0	2	4	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_MEDITROPOLI_2	True	ADU451819	25	290	0	7	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_MEGAMAXI_1	True	ADU451819	26	50	-1	5	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_MEGAMAXI_2	True	ADU451819	26	150	-3	6	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_MEGAMAXI_3	True	ADU451819	26	330	0	6	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_MENA_DEL_HIERRO_1	True	ADU451819	20	190	-2	5	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_MENA_DEL_HIERRO_2	True	ADU451819	20	280	-2	5	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_MINISTERIO_DEPORTES_1	True	ADU451819	37	344	0	7	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_MINISTERIO_DEPORTES_2	True	ADU451819	37	112	-1	6	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_MINISTERIO_DEPORTES_3	True	ADU451819	37	228	2	6	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_MINISTERIO_FINANZAS_1	True	ADU451819	22	40	0	6	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_MINISTERIO_FINANZAS_2	True	ADU451819	22	170	0	5	2	2 1/2" et 2100 MHz

RBS_MINISTERIO_FINANZAS_3	True	ADU451819	22	260	0	5	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_MIRAFLORES_1	True	ADU451819	16	177	0	0	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_MIRAFLORES_2	True	ADU451819	16	320	0	0	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_MONTESERRIN_BAJO_1	True	ADU451819	14	60	2	6	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_MONTESERRIN_BAJO_2	True	ADU451819	14	140	0	4	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_MOSCU_1	True	ADU451819	33	90	-2	6	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_MOSCU_2	True	ADU451819	33	230	0	4	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_MOSQUERA_1	True	ADU451819	16	250	-2	3	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_MOSQUERA_2	True	ADU451819	16	330	-2	3	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_MTOP_1	True	ADU451819	25	20	0	0	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_MTOP_2	True	ADU451819	25	170	0	0	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_MTOP_3	True	ADU451819	25	290	0	0	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_MULTICENTRO_1	True	ADU451819	38	95	-4	8	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_MULTICENTRO_2	True	ADU451819	37	230	0	6	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_MULTICENTRO_3	True	ADU451819	37	340	0	7	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_MURIALDO_1	True	ADU451819	25	30	0	3	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_MURIALDO_2	True	ADU451819	25	120	0	3	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_NACIONES_UNIDAS_1	True	ADU451819	24	40	1	7	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_NACIONES_UNIDAS_2	True	ADU451819	24	189	6	0	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_NACIONES_UNIDAS_3	True	ADU451819	24	259	6	6	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_NAZACOTA_1	True	ADU451819	12	70	-2	6	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_NAZACOTA_2	True	ADU451819	12	150	-2	5	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_NAZACOTA_3	True	ADU451819	12	250	0	7	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_NODO_4_INAQUITO_MONTESEF	True	ADU451819	14	329	0	3	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_NODO_4_INAQUITO_MONTESEF	True	ADU451819	14	80	-1	2	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_NODO_4_INAQUITO_MONTESEF	True	ADU451819	11	217	0	7	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_PARQUE_INGLES_1	True	ADU451819	21	155	0	6	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_PARQUE_INGLES_2	True	ADU451819	21	270	-2	4	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_PARQUE_INGLES_3	True	ADU451819	21	33	0	3	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_PATRIA_1	True	ADU451819	33	20	0	0	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_PATRIA_2	True	ADU451819	33	155	0	0	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_PATRIA_3	True	ADU451819	33	244	0	0	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_PATRONATO_SAN_JOSE_1	True	ADU451819	22	90	0	4	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_PATRONATO_SAN_JOSE_2	True	ADU451819	24	180	0	2	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_PATRONATO_SAN_JOSE_3	True	ADU451819	24	270	0	4	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_PEDRO_ALVARADO_1	True	ADU451819	12	177	0	2	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_PEDRO_ALVARADO_2	True	ADU451819	12	270	-5	2	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_PEDRO_ALVARADO_3	True	ADU451819	12	34	0	2	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_PLAZA_ARGENTINA_1	True	ADU451819	26	350	0	8	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_PLAZA_ARGENTINA_2	True	ADU451819	26	130	0	6	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_PLAZA_ARGENTINA_3	True	ADU451819	26	230	0	8	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_PLAZA_ARTIGAS_1	True	ADU451819	20	70	2	5	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_PLAZA_ARTIGAS_2	True	ADU451819	20	150	2	5	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_PLAZA_ARTIGAS_3	True	ADU451819	20	230	2	5	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_PLAZA_FOCH_1	True	ADU451819	21	110	0	8	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_PLAZA_FOCH_2	True	ADU451819	15	180	0	8	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_PLAZA_FOCH_3	True	ADU451819	15	310	0	8	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_POLIT_LASSO_1	True	ADU451819	10	270	-3	8	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_POLIT_LASSO_2	True	ADU451819	10	26	-3	7	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_PONCEANO_1	True	ADU451819	14	50	-5	3	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_PONCEANO_2	True	ADU451819	14	130	-5	3	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_PONCEANO_3	True	ADU451819	13	230	2	7	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_QUICENTRO_NORTE_1	True	ADU451819	26	130	0	0	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_QUICENTRO_NORTE_2	True	ADU451819	26	250	0	0	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_QUICENTRO_NORTE_3	True	ADU451819	26	330	0	0	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_RAFAEL_AULESTIA_1	True	ADU451819	28	0	0	0	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_RAFAEL_AULESTIA_2	True	ADU451819	28	80	0	0	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_RAFAEL_AULESTIA_3	True	ADU451819	28	160	0	0	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_RAFAEL_RAMOS_1	True	ADU451819	18	20	0	4	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_RAFAEL_RAMOS_2	True	ADU451819	18	90	-1	7	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_RAFAEL_RAMOS_3	True	ADU451819	18	190	0	6	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_REAL_AUDIENCIA_1	True	ADU451819	20	50	0	0	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_REAL_AUDIENCIA_2	True	ADU451819	20	120	0	0	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_REAL_AUDIENCIA_3	True	ADU451819	20	200	0	0	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_REINA_VICTORIA_1	True	ADU451819	14	60	0	0	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_REINA_VICTORIA_2	True	ADU451819	14	160	0	0	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_REINA_VICTORIA_3	True	ADU451819	15	300	0	0	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_REPUBLICA_COUB_1	True	ADU451819	18	10	-1	6	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_REPUBLICA_COUB_2	True	ADU451819	18	200	0	2	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_REPUBLICA_COUB_3	True	ADU451819	21	280	-2	3	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_REPUBLICA_DEL_SALVADOR_1	True	ADU451819	43	345	2	8	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_REPUBLICA_DEL_SALVADOR_2	True	ADU451819	43	200	3	4	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_RIO_COCA_1	True	ADU451819	23	10	-1	6	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_RIO_COCA_2	True	ADU451819	25	100	0	8	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_RIO_COCA_3	True	ADU451819	23	240	3	9	2	2 1/2" et 2100 MHz
RBS_RUMIPAMBA_1	True	ADU451819	17	100	2	8	2	2 1/2" et 2100 MHz

RBS_RUMIPAMBA_2	True	ADU451819	22	230	-1	8	2	2 1/2" at 2100 MHz
RBS_RUMIPAMBA_3	True	ADU451819	22	310	0	7	2	2 1/2" at 2100 MHz
RBS_SABANILLA_1	True	ADU451819	22	70	0	0	2	2 1/2" at 2100 MHz
RBS_SABANILLA_2	True	ADU451819	23	195	0	0	2	2 1/2" at 2100 MHz
RBS_SAN_CARLOS_1	True	ADU451819	17	26	1	6	2	2 1/2" at 2100 MHz
RBS_SAN_CARLOS_2	True	ADU451819	17	161	1	6	2	2 1/2" at 2100 MHz
RBS_SAN_CARLOS_3	True	ADU451819	18	286	0	2	2	2 1/2" at 2100 MHz
RBS_SHYRIS_1	True	ADU451819	34	10	2	7	2	2 1/2" at 2100 MHz
RBS_SHYRIS_2	True	ADU451819	34	100	0	8	2	2 1/2" at 2100 MHz
RBS_SHYRIS_3	True	ADU451819	34	195	2	6	2	2 1/2" at 2100 MHz
RBS_TEODORO_SALEM_1	True	ADU451819	20	340	0	0	2	2 1/2" at 2100 MHz
RBS_TEODORO_SALEM_2	True	ADU451819	20	80	0	0	2	2 1/2" at 2100 MHz
RBS_TEODORO_SALEM_3	True	ADU451819	20	199	0	0	2	2 1/2" at 2100 MHz
RBS_TOMAS_DE_BERLANGA_1	True	ADU451819	17	20	-1	7	2	2 1/2" at 2100 MHz
RBS_TOMAS_DE_BERLANGA_2	True	ADU451819	17	130	0	8	2	2 1/2" at 2100 MHz
RBS_TOMAS_DE_BERLANGA_3	True	ADU451819	17	260	-1	8	2	2 1/2" at 2100 MHz
RBS_TRIBUNA_1	True	ADU451819	15	0	0	0	2	2 1/2" at 2100 MHz
RBS_TRIBUNA_2	True	ADU451819	15	190	0	0	2	2 1/2" at 2100 MHz
RBS_TRIBUNA_3	True	ADU451819	15	280	0	0	2	2 1/2" at 2100 MHz
RBS_TRIBUNAL_SUPREMO_1	True	ADU451819	47	0	2	6	2	2 1/2" at 2100 MHz
RBS_TRIBUNAL_SUPREMO_2	True	ADU451819	47	150	-1	5	2	2 1/2" at 2100 MHz
RBS_TRIBUNAL_SUPREMO_3	True	ADU451819	47	250	3	7	2	2 1/2" at 2100 MHz
RBS_TURFINO(Pi)_1	True	ADU451819	15	327	0	0	2	2 1/2" at 2100 MHz
RBS_TURFINO(Pi)_2	True	ADU451819	15	90	0	0	2	2 1/2" at 2100 MHz
RBS_TURFINO(Pi)_3	True	ADU451819	15	219	0	0	2	2 1/2" at 2100 MHz
RBS_VACA_DE_CASTRO_1	True	ADU451819	18	154	0	0	2	2 1/2" at 2100 MHz
RBS_VACA_DE_CASTRO_2	True	ADU451819	18	257	0	0	2	2 1/2" at 2100 MHz
RBS_VACA_DE_CASTRO_3	True	ADU451819	18	1	0	0	2	2 1/2" at 2100 MHz
RBS_VILALENGUA_1	True	ADU451819	14	220	-3	6	2	2 1/2" at 2100 MHz
RBS_VILALENGUA_2	True	ADU451819	14	300	-3	6	2	2 1/2" at 2100 MHz
RBS_VIVALDI_1	True	ADU451819	46	60	0	0	2	2 1/2" at 2100 MHz
RBS_VIVALDI_2	True	ADU451819	46	150	0	0	2	2 1/2" at 2100 MHz
RBS_VIVALDI_3	True	ADU451819	46	280	0	0	2	2 1/2" at 2100 MHz
RBS_WHIMPER_TRR_2	True	ADU451819	40	157	1	7	2	2 1/2" at 2100 MHz
RBS_WHIMPER_TRR_3	True	ADU451819	40	272	1	7	2	2 1/2" at 2100 MHz
RBS_WHIMPER_TRR_1	True	ADU451819	38	50	-2	5	2	2 1/2" at 2100 MHz

Fuente: Adaptado del reporte de parámetros técnicos estadísticos históricos de las Radiobases LTE CNT E.P

Anexo E.- Reportes estadísticos Radiobases 2 LTE CNT E.P

Sectores LTE	Max Power (dBm)	Frequency Band	Traffic Load (DL) (Mbps)	Traffic Load (UL) (Mbps)	LTE system mode
RBS_AGUA_CLARA_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_AGUA_CLARA_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_AMAGASI_DEL_INCA_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_AMAGASI_DEL_INCA_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_AMAZONAS_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_AMAZONAS_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_AMAZONAS_3	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_ARELLANO_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_ARELLANO_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_ATAHUALPA_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_ATAHUALPA_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_ATAHUALPA_3	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_AV_AMAZONAS_TRR_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_AV_AMAZONAS_TRR_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_AV_AMAZONAS_TRR_3	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_BATAN_ALTO_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_BATAN_ALTO_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_BATAN_ALTO_3	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_BELISARIO_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_BELISARIO_3	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_BELLAVISTA_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_BELLAVISTA_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_BELLO_HORIZONTE_TRR_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_BELLO_HORIZONTE_TRR_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_BELLO_HORIZONTE_TRR_3	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_BENALCAZAR_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_BENALCAZAR_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_BENALCAZAR_3	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_BICENTENARIO_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_BICENTENARIO_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_BICENTENARIO_3	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_BRASIL_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_BRASIL_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_BRASIL_3	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_BUGAMBILLAS_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_BUGAMBILLAS_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_BUGAMBILLAS_3	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_BUSTAMANTE_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_BUSTAMANTE_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_CARCELEN_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_CARCELEN_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_CARCELEN_3	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_CARCELEN_BAJO_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_CARCELEN_BAJO_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_CARCELEN_INDUSTRIAL_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_CARCELEN_INDUSTRIAL_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_CARCELEN_JOSEFINOS_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_CARCELEN_JOSEFINOS_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_CARCELEN_JOSEFINOS_3	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_CAROLINA_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_CAROLINA_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_CAROLINA_3	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_CC_CONDADO_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_CC_CONDADO_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_CC_CONDADO_3	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_CENTRAL_CARCELEN_AWS_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_CENTRAL_CARCELEN_AWS_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_CENTRAL_CARCELEN_AWS_3	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_CHECOSLOVAQUIA_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_CHECOSLOVAQUIA_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_CINEMARK_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_CINEMARK_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_CINEMARK_3	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_CIPRESES_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_CIPRESES_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO

RBS_CIRCULO_MILITAR_COUB_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_CIRCULO_MILITAR_COUB_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_CIRCULO_MILITAR_COUB_3	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_COL_CENTRAL_TECNICO_AWS_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_COL_CENTRAL_TECNICO_AWS_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_COL_CENTRAL_TECNICO_AWS_3	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_COL_EINSTEIN_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_COL_EINSTEIN_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_COMITE_DEL_PUEBLO_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_COMITE_DEL_PUEBLO_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_COMITE_DEL_PUEBLO_3	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_CORDERO_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_CORDERO_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_CORDERO_3	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_CORDILLERA_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_CORDILLERA_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_CORDILLERA_3	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_COTOCOLLAO_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_COTOCOLLAO_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_COTOCOLLAO_3	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_CUERO_CAICEDO_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_CUERO_CAICEDO_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_CUERO_CAICEDO_3	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_DE_LOS_PINOS_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_DE_LOS_PINOS_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_DIEGO_DE_VASQUEZ_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_DIEGO_DE_VASQUEZ_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_DORAL_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_DORAL_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_DORAL_3	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_DROIRAL_AWS_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_DROIRAL_AWS_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_DROIRAL_AWS_3	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_ECHEVERRIA_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_ECHEVERRIA_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_ECUAVISA_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_ECUAVISA_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_EL_EDEN_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_EL_EDEN_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_EL_EDEN_3	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_EL_INCA_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_EL_INCA_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_EL_INCA_3	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_EL_LABRADOR_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_EL_LABRADOR_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_EL_LABRADOR_3	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_EL_PORVENIR_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_EL_PORVENIR_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_ENTRADA_ESTADIO_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_ENTRADA_ESTADIO_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_ENTRADA_ESTADIO_3	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_ESTACION_NORTE_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_ESTACION_NORTE_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_ESTACION_NORTE_3	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_FISCALIA_GENERAL_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_FISCALIA_GENERAL_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_FISCALIA_GENERAL_3	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_FLACSO_TRR_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_FLACSO_TRR_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_FLACSO_TRR_3	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_FLORIDA_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_FLORIDA_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_FLORIDA_3	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_FLORON_TRR_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_FLORON_TRR_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_FLORON_TRR_3	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_GASPAR_DE_VILLARDEL_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_GASPAR_DE_VILLARDEL_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_GONZALES_SUAREZ_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_GONZALES_SUAREZ_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_GONZALES_SUAREZ_3	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO

RBS_GRANADOS_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_GRANADOS_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_GUANGUILTAHUA_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_GUANGUILTAHUA_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_HOSP_SAN FRANCISCO_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_HOSP_SAN FRANCISCO_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_HOSP_SAN FRANCISCO_3	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_INAQUITO_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_INAQUITO_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_INAQUITO_3	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_ISAAC_ALBENIZ_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_ISAAC_ALBENIZ_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_ISAAC_ALBENIZ_3	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_ISLA_SAN CRISTOBAL_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_ISLA_SAN CRISTOBAL_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_ISLA_SAN CRISTOBAL_3	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_JARDIN_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_JARDIN_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_JARDIN_3	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_JOSE BARREIRO_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_JOSE BARREIRO_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_KENNEDY_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_KENNEDY_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_LA_BOTA_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_LA_BOTA_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_LA_BOTA_3	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_LA_COMUNA_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_LA_COMUNA_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_LA_COMUNA_3	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_LA_GASCA_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_LA_GASCA_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_LA_GASCA_3	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_LA GRANJA_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_LA GRANJA_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_LA INMACULADA_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_LA INMACULADA_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_LA_LUZ_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_LA_LUZ_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_LA_LUZ_3	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_LA_PRADERA_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_LA_PRADERA_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_LA_PRADERA_3	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_LA_PRENSA_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_LA_PRENSA_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_LA_PRENSA_3	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_LAS CASAS_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_LAS CASAS_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_LDU_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_LDU_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_LDU_3	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_LEGARDA_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_LEGARDA_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_LEGARDA_3	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_LIZARAZU_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_LIZARAZU_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_LIZARZABURO_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_LIZARZABURO_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_LIZARZABURO_3	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_LOS CABILDOS_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_LOS CABILDOS_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_MACHALA_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_MACHALA_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_MANOSCA_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_MANOSCA_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_MANUEL VALDIVIESO_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_MANUEL VALDIVIESO_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_MARISCAL SUCRE_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_MARISCAL SUCRE_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_MARISCAL SUCRE_3	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_MASTODONTES_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_MASTODONTES_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_MEDITROPOLI_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_MEDITROPOLI_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO

RBS_MEGAMAXI_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_MEGAMAXI_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_MEGAMAXI_3	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_MENA_DEL_HIERRO_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_MENA_DEL_HIERRO_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_MINISTERIO_DEPORTES_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_MINISTERIO_DEPORTES_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_MINISTERIO_DEPORTES_3	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_MINISTERIO_FINANZAS_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_MINISTERIO_FINANZAS_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_MINISTERIO_FINANZAS_3	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_MIRAFLORES_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_MIRAFLORES_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_MONTESEERRIN_BAJO_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_MONTESEERRIN_BAJO_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_MOSCU_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_MOSCU_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_MOSQUERA_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_MOSQUERA_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_MTOP_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_MTOP_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_MTOP_3	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_MULTICENTRO_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_MULTICENTRO_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_MULTICENTRO_3	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_MURIALDO_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_MURIALDO_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_NACIONES_UNIDAS_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_NACIONES_UNIDAS_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_NACIONES_UNIDAS_3	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_NAZACOTA_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_NAZACOTA_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_NAZACOTA_3	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_NODO_4_INAQUITO_MONTESERI	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_NODO_4_INAQUITO_MONTESERI	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_NODO_4_INAQUITO_MONTESERI	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_PARQUE_INGLES_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_PARQUE_INGLES_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_PARQUE_INGLES_3	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_PATRIA_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_PATRIA_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_PATRIA_3	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_PATRONATO_SAN_JOSE_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_PATRONATO_SAN_JOSE_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_PATRONATO_SAN_JOSE_3	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_PEDRO_ALVARADO_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_PEDRO_ALVARADO_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_PEDRO_ALVARADO_3	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_PLAZA_ARGENTINA_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_PLAZA_ARGENTINA_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_PLAZA_ARGENTINA_3	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_PLAZA_ARTIGAS_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_PLAZA_ARTIGAS_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_PLAZA_ARTIGAS_3	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_PLAZA_FOCH_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_PLAZA_FOCH_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_PLAZA_FOCH_3	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_POLIT_LASSO_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_POLIT_LASSO_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_PONCEANO_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_PONCEANO_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_PONCEANO_3	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_QUICENTRO_NORTE_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_QUICENTRO_NORTE_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_QUICENTRO_NORTE_3	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_RAFAEL_AULESTIA_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_RAFAEL_AULESTIA_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_RAFAEL_AULESTIA_3	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_RAFAEL_RAMOS_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_RAFAEL_RAMOS_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_RAFAEL_RAMOS_3	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_REAL_AUDIENCIA_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO

RBS_REAL_AUDIENCIA_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_REINA_VICTORIA_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_REINA_VICTORIA_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_REINA_VICTORIA_3	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_REPUBLICA_COUB_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_REPUBLICA_COUB_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_REPUBLICA_COUB_3	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_REPUBLICA_DEL_SALVADOR_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_REPUBLICA_DEL_SALVADOR_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_RIO_COCA_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_RIO_COCA_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_RIO_COCA_3	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_RUMIPAMBA_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_RUMIPAMBA_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_RUMIPAMBA_3	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_SABANILLA_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_SABANILLA_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_SAN_CARLOS_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_SAN_CARLOS_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_SAN_CARLOS_3	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_SHYRIS_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_SHYRIS_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_SHYRIS_3	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_TEODORO_SALEM_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_TEODORO_SALEM_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_TEODORO_SALEM_3	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_TOMAS_DE_BERLANGA_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_TOMAS_DE_BERLANGA_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_TOMAS_DE_BERLANGA_3	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_TRIBUNA_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_TRIBUNA_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_TRIBUNA_3	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_TRIBUNAL_SUPREMO_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_TRIBUNAL_SUPREMO_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_TRIBUNAL_SUPREMO_3	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_TUFINO(PI)_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_TUFINO(PI)_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_TUFINO(PI)_3	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_VACA_DE_CASTRO_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_VACA_DE_CASTRO_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_VACA_DE_CASTRO_3	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_VILLALENGUA_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_VILLALENGUA_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_VIVALDI_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_VIVALDI_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_VIVALDI_3	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_WHIMPER_TRR_1	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_WHIMPER_TRR_2	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO
RBS_WHIMPER_TRR_3	43	E-UTRA Band 4 - 20MHz	100	50	FDD-MIMO

Fuente: Adaptado del reporte de parámetros técnicos estadísticos históricos de las Radiobases LTE CNT E.P

Anexo F.-Link Budget LTE CNT E.P

Proceso de Cálculo del Link Budget para CNT en la Banda AWS

Metaphology	SCH Cell Radix Dimensioning					
	Dense Urban	Urban	Suburb	Rural		
Data Channel Type	PUSCH	PUSCH	PUSCH	PUSCH	PDSCH	PDSCH
Duplex Mode	FDD	FDD	FDD	FDD	FDD	FDD
User Environment	Indoor	Indoor	Indoor	Indoor	Indoor	Indoor
System Bandwidth (MHz)	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Channel Model	ETU-3	ETU-3	ETU-3	ETU-3	ETU-3	ETU-3
MIMO Scheme	1x2	2x2-3FBC	1x2	2x2-3FBC	1x2	2x2-3FBC
Cell Edge Rate (kbps)	512.00	2048.00	512.00	2048.00	512.00	2048.00
MCS	QPSK 0.31	QPSK 0.19	QPSK 0.31	QPSK 0.19	QPSK 0.31	QPSK 0.19
Tx						
Max Total Tx Power (dBm)	23.00	46.00	23.00	46.00	23.00	46.00
Allocated RB	8	51	8	51	8	51
RB to Distribute Power	8	100	8	100	8	100
Subcarriers to Distribute Power	36	1200	36	1200	36	1200
Subcarrier Power (dBm)	-3.18	15.21	-3.18	15.21	-3.18	15.21
Tx Antenna Gain (dBi)	0.00	18.00	0.00	18.00	0.00	18.00
Tx Cable Loss (dB)	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50
Tx Body Loss (dB)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
EIRP per Subcarrier (dBm)	-3.18	-32.71	-3.18	-32.71	-3.18	-32.71
Rx						
SINR (dB)	-2.39	-3.42	-2.39	-3.42	-2.39	-3.42
Rx Noise Figure (dB)	2.30	7.00	2.30	7.00	2.30	7.00
Receiver Sensitivity (dBm)	-132.33	-128.66	-132.33	-128.66	-132.33	-128.66
Rx Antenna Gain (dBi)	18.00	0.00	18.00	0.00	18.00	0.00
Rx Cable Loss (dB)	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00
Rx Body Loss (dB)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Target Loss	75.00%	100.00%	75.00%	100.00%	75.00%	100.00%
Interference Margin (dB)	1.22	3.41	1.22	3.41	1.22	3.41
Min. Signal Reception Strength (dBm)	-148.61	-125.25	-148.61	-125.25	-148.61	-125.25
Path Loss & Cell Radix						
Penetration Loss (dB)	19.00	20.00	15.00	16.00	11.00	8.00
Std. of Shadow Fading (dB)	11.70	11.70	9.40	9.40	7.20	6.20
Area Coverage Probability	95.00%	95.00%	95.00%	95.00%	90.00%	90.00%
Shadow Fading Margin (dB)	9.37	9.37	7.99	7.99	2.77	1.79
Path Loss (dB)	129.42	128.59	128.79	133.37	138.02	143.19
Propagation Model	Cost231-Hata(Huawei)	Cost231-Hata(Huawei)	Cost231-Hata(Huawei)	Cost231-Hata(Huawei)	Cost231-Hata(Huawei)	Cost231-Hata(Huawei)
Model/EUE Antenna Height (m)	20.00	15.00	20.00	15.00	30.00	15.00
Frequency (MHz)	1720	2120	1720	2120	1720	2120
Cell Radix (m)	0.33	0.38	0.60	0.63	1.99	2.28
Cell Radix Balance (m)	0.33	0.60	0.60	0.60	1.99	4.40

Datos Generales		Requerimiento
Banda de operación	AWS	
Tecnología	LTE FDD	
Potencia de TX	2x40W	
Ancho de banda (MHz)	20 +20 MHz	
Tipo de terminal	USB - dongle / Tx Pwr. 23dBm	
Tipo de Cobertura	Indoor	
Configuración de antena	MIMO 2x2	
Throughput en borde de celda	2048 kbps DL / 512 kbps UL	
Configuración de sitios	S(1,1)	
Planeación de frecuencia	FSS 1x3x1	
Modelo de propagación	Cost231-Hata Huawei	

Fuente: Diseño e Implementación de la Red de Cuarta Generación LTE en el Distrito Metropolitano de Quito para la CNT E.P (LEÓN, 2014)

Anexo G.- Configuración de transmisores y celdas Clúster 1

Site	Transmitter	Active	Transmitter Type	Antenna	DX (m)	DY (m)	Height (m)	Azimuth (°)	Mechanical Down tilt (°)	Additional Electrical Down tilt (°)
RBS_AGUA_CLARA_AWS	RBS_AGUA_CLARA_1	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	20	40	-1	3
RBS_AGUA_CLARA_AWS	RBS_AGUA_CLARA_2	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	20	130	-1	3
RBS_BUSTAMANTE_AWS	RBS_BUSTAMANTE_1	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	11	200	-2	5
RBS_BUSTAMANTE_AWS	RBS_BUSTAMANTE_2	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	11	280	-2	6
RBS_CARCELEN_AWS	RBS_CARCELEN_1	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	21	30	3	7
RBS_CARCELEN_AWS	RBS_CARCELEN_2	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	23	150	0	6
RBS_CARCELEN_AWS	RBS_CARCELEN_3	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	23	230	-1	7
RBS_CARCELEN_BAJO_AWS	RBS_CARCELEN_BAJO_1	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	18	140	-1	5
RBS_CARCELEN_BAJO_AWS	RBS_CARCELEN_BAJO_2	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	18	210	-2	7
RBS_CARCELEN_INDUSTRIAL_AWS	RBS_CARCELEN_INDUSTRIAL_1	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	19	70	0	6
RBS_CARCELEN_INDUSTRIAL_AWS	RBS_CARCELEN_INDUSTRIAL_2	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	23	160	0	6
RBS_CARCELEN_JOSEFINOS_AWS	RBS_CARCELEN_JOSEFINOS_1	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	18	125	2	6
RBS_CARCELEN_JOSEFINOS_AWS	RBS_CARCELEN_JOSEFINOS_2	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	24	180	-2	6
RBS_CARCELEN_JOSEFINOS_AWS	RBS_CARCELEN_JOSEFINOS_3	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	24	250	0	6
RBS_CC_CONDADO_AWS	RBS_CC_CONDADO_1	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	17	80	-1	8
RBS_CC_CONDADO_AWS	RBS_CC_CONDADO_2	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	17	160	-1	6
RBS_CC_CONDADO_AWS	RBS_CC_CONDADO_3	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	17	240	1	5
RBS_CENTRAL_CARCELEN_AWS	RBS_CENTRAL_CARCELEN_AWS_1	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	30	0	3	7
RBS_CENTRAL_CARCELEN_AWS	RBS_CENTRAL_CARCELEN_AWS_2	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	30	117	0	6
RBS_CENTRAL_CARCELEN_AWS	RBS_CENTRAL_CARCELEN_AWS_3	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	30	233	-1	7
RBS_COL_EINSTEIN_AWS	RBS_COL_EINSTEIN_1	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	19	100	-5	3
RBS_COL_EINSTEIN_AWS	RBS_COL_EINSTEIN_2	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	19	170	-4	3
RBS_COTOCOLLAO_AWS	RBS_COTOCOLLAO_1	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	17	140	0	2
RBS_COTOCOLLAO_AWS	RBS_COTOCOLLAO_2	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	17	250	1	4
RBS_COTOCOLLAO_AWS	RBS_COTOCOLLAO_3	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	17	350	1	3
RBS_DIEGO_DE_VASQUEZ_AWS	RBS_DIEGO_DE_VASQUEZ_1	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	15	40	-2	6
RBS_DIEGO_DE_VASQUEZ_AWS	RBS_DIEGO_DE_VASQUEZ_2	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	15	130	-3	7
RBS_EL_PORVENIR_AWS	RBS_EL_PORVENIR_1	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	25	260	-5	8
RBS_EL_PORVENIR_AWS	RBS_EL_PORVENIR_2	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	23	330	-3	7
RBS_ENTRADA_ESTADIO_AWS	RBS_ENTRADA_ESTADIO_1	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	15	80	0	8
RBS_ENTRADA_ESTADIO_AWS	RBS_ENTRADA_ESTADIO_2	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	15	170	-4	5
RBS_ENTRADA_ESTADIO_AWS	RBS_ENTRADA_ESTADIO_3	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	15	260	0	5
RBS_FLORIDA_AWS	RBS_FLORIDA_1	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	15	350	0	3
RBS_FLORIDA_AWS	RBS_FLORIDA_2	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	14	180	0	8
RBS_FLORIDA_AWS	RBS_FLORIDA_3	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	14	260	-4	3
RBS_HOSP_SAN_FRANCISCO_AWS	RBS_HOSP_SAN_FRANCISCO_1	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	23	90	0	6
RBS_HOSP_SAN_FRANCISCO_AWS	RBS_HOSP_SAN_FRANCISCO_2	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	23	180	-3	6
RBS_HOSP_SAN_FRANCISCO_AWS	RBS_HOSP_SAN_FRANCISCO_3	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	21	260	2	7
RBS_LA_PRENSA_AWS	RBS_LA_PRENSA_1	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	20	90	0	3
RBS_LA_PRENSA_AWS	RBS_LA_PRENSA_2	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	20	260	0	3
RBS_LA_PRENSA_AWS	RBS_LA_PRENSA_3	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	20	340	0	4
RBS_LDU_AWS	RBS_LDU_1	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	20	29	-2	6
RBS_LDU_AWS	RBS_LDU_2	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	25	151	0	6
RBS_LDU_AWS	RBS_LDU_3	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	16	270	0	8
RBS_LEGARDA_AWS	RBS_LEGARDA_1	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	15	110	4	4
RBS_LEGARDA_AWS	RBS_LEGARDA_2	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	18	220	2	3
RBS_LEGARDA_AWS	RBS_LEGARDA_3	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	18	320	-2	2
RBS_MASTODONTES_AWS	RBS_MASTODONTES_1	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	14	210	-1	6
RBS_MASTODONTES_AWS	RBS_MASTODONTES_2	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	14	280	0	7
RBS_MENA_DEL_HIERRO_AWS	RBS_MENA_DEL_HIERRO_1	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	20	190	-2	5
RBS_MENA_DEL_HIERRO_AWS	RBS_MENA_DEL_HIERRO_2	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	20	280	-2	5
RBS_NAZACOTA_AWS	RBS_NAZACOTA_1	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	12	70	-2	6
RBS_NAZACOTA_AWS	RBS_NAZACOTA_2	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	12	150	-2	5
RBS_NAZACOTA_AWS	RBS_NAZACOTA_3	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	12	250	0	7
RBS_PATRONATO_SAN_JOSE_AWS	RBS_PATRONATO_SAN_JOSE_1	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	22	90	0	4
RBS_PATRONATO_SAN_JOSE_AWS	RBS_PATRONATO_SAN_JOSE_2	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	24	180	0	2
RBS_PATRONATO_SAN_JOSE_AWS	RBS_PATRONATO_SAN_JOSE_3	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	24	270	0	4
RBS_PEDRO_ALVARADO_AWS	RBS_PEDRO_ALVARADO_1	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	12	177	0	2
RBS_PEDRO_ALVARADO_AWS	RBS_PEDRO_ALVARADO_2	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	12	270	-5	2
RBS_PEDRO_ALVARADO_AWS	RBS_PEDRO_ALVARADO_3	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	12	34	0	2
RBS_PONCEANO_AWS	RBS_PONCEANO_1	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	14	50	-5	3
RBS_PONCEANO_AWS	RBS_PONCEANO_2	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	14	130	-5	3
RBS_PONCEANO_AWS	RBS_PONCEANO_3	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	13	230	2	7
RBS_REAL_AUDIENCIA_AWS	RBS_REAL_AUDIENCIA_1	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	20	50	0	0
RBS_REAL_AUDIENCIA_AWS	RBS_REAL_AUDIENCIA_2	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	20	120	0	0
RBS_VACA_DE_CASTRO_AWS	RBS_VACA_DE_CASTRO_1	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	18	154	0	0
RBS_VACA_DE_CASTRO_AWS	RBS_VACA_DE_CASTRO_2	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	18	257	0	0
RBS_VACA_DE_CASTRO_AWS	RBS_VACA_DE_CASTRO_3	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	18	1	0	0

Fuente: Software Atoll (Diego Molina, 2020)

Anexo H.- Configuración de transmisores y celdas Clúster 2

Site	Transmitter	Active	Transmitter Type	Antenna	DX (m)	DY (m)	Height (m)	Azimuth (°)	Mechanical Downtilt (°)	Additional Electrical Downtilt (°)
RBS_AMAGASI_DEL_INCA_AWS	RBS_AMAGASI_DEL_INCA_1	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	10	0	0	7
RBS_AMAGASI_DEL_INCA_AWS	RBS_AMAGASI_DEL_INCA_2	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	10	270	0	9
RBS_ARELLANO_AWS	RBS_ARELLANO_1	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	16	70	-2	6
RBS_ARELLANO_AWS	RBS_ARELLANO_2	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	16	150	-2	6
RBS_BICENTENARIO_AWS	RBS_BICENTENARIO_1	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	15	70	1	7
RBS_BICENTENARIO_AWS	RBS_BICENTENARIO_2	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	16	180	-1	5
RBS_BICENTENARIO_AWS	RBS_BICENTENARIO_3	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	15	320	0	6
RBS_BRASIL_AWS	RBS_BRASIL_1	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	27	150	3	7
RBS_BRASIL_AWS	RBS_BRASIL_2	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	24	230	1	7
RBS_BRASIL_AWS	RBS_BRASIL_3	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	29	300	3	7
RBS_BUGAMBILLAS_AWS	RBS_BUGAMBILLAS_1	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	14	15	0	4
RBS_BUGAMBILLAS_AWS	RBS_BUGAMBILLAS_2	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	14	120	-2	4
RBS_BUGAMBILLAS_AWS	RBS_BUGAMBILLAS_3	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	14	250	3	4
RBS_CIPRESES_AWS	RBS_CIPRESES_1	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	11	50	-3	5
RBS_CIPRESES_AWS	RBS_CIPRESES_2	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	11	130	-3	5
RBS_COMITE_DEL_PUEBLO_AWS	RBS_COMITE_DEL_PUEBLO_1	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	25	120	-1	6
RBS_COMITE_DEL_PUEBLO_AWS	RBS_COMITE_DEL_PUEBLO_2	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	25	210	0	6
RBS_COMITE_DEL_PUEBLO_AWS	RBS_COMITE_DEL_PUEBLO_3	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	25	300	-2	5
RBS_CORDILLERA_AWS	RBS_CORDILLERA_1	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	15	0	1	7
RBS_CORDILLERA_AWS	RBS_CORDILLERA_2	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	15	180	0	6
RBS_CORDILLERA_AWS	RBS_CORDILLERA_3	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	15	260	-1	6
RBS_DE_LOS_PINOS_AWS	RBS_DE_LOS_PINOS_1	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	14	40	-3	3
RBS_DE_LOS_PINOS_AWS	RBS_DE_LOS_PINOS_2	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	14	120	-3	4
RBS_EL_EDEN_AWS	RBS_EL_EDEN_1	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	15	30	0	6
RBS_EL_EDEN_AWS	RBS_EL_EDEN_2	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	15	100	0	6
RBS_EL_EDEN_AWS	RBS_EL_EDEN_3	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	15	310	0	7
RBS_EL_INCA_AWS	RBS_EL_INCA_1	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	18	5	0	6
RBS_EL_INCA_AWS	RBS_EL_INCA_2	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	18	200	1	7
RBS_EL_INCA_AWS	RBS_EL_INCA_3	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	18	280	0	7
RBS_EL_LABRADOR_AWS	RBS_EL_LABRADOR_1	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	14	90	2	6
RBS_EL_LABRADOR_AWS	RBS_EL_LABRADOR_2	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	14	210	-2	4
RBS_EL_LABRADOR_AWS	RBS_EL_LABRADOR_3	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	14	320	1	6
RBS_ISAAC_ALBENIZ_AWS	RBS_ISAAC_ALBENIZ_1	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	18	355	0	2
RBS_ISAAC_ALBENIZ_AWS	RBS_ISAAC_ALBENIZ_2	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	18	130	0	2
RBS_ISAAC_ALBENIZ_AWS	RBS_ISAAC_ALBENIZ_3	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	18	247	0	4
RBS_JOSE_BARREIRO_AWS	RBS_JOSE_BARREIRO_1	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	17	70	-1	4
RBS_JOSE_BARREIRO_AWS	RBS_JOSE_BARREIRO_2	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	17	160	0	4
RBS_KENNEDY_AWS	RBS_KENNEDY_1	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	16	30	0	5
RBS_LA_BOTA_AWS	RBS_LA_BOTA_1	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	35	140	0	6
RBS_LA_BOTA_AWS	RBS_LA_BOTA_2	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	35	230	-3	6
RBS_LA_BOTA_AWS	RBS_LA_BOTA_3	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	35	340	0	7
RBS_LA_LUZ_AWS	RBS_LA_LUZ_1	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	20	20	0	5
RBS_LA_LUZ_AWS	RBS_LA_LUZ_2	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	20	150	0	6
RBS_LA_LUZ_AWS	RBS_LA_LUZ_3	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	20	270	1	7
RBS_LIZARZABURO_AWS	RBS_LIZARZABURO_1	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	25	50	0	0
RBS_LIZARZABURO_AWS	RBS_LIZARZABURO_2	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	25	130	0	0
RBS_LIZARZABURO_AWS	RBS_LIZARZABURO_3	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	25	250	0	0
RBS_MACHALA_AWS	RBS_MACHALA_1	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	19	167	-4	6
RBS_MACHALA_AWS	RBS_MACHALA_2	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	19	300	-3	5
RBS_MANUEL_VALDIVIESO_AWS	RBS_MANUEL_VALDIVIESO_1	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	13	210	-2	6
RBS_MANUEL_VALDIVIESO_AWS	RBS_MANUEL_VALDIVIESO_2	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	13	290	-3	6
RBS_MURIALDO_AWS	RBS_MURIALDO_1	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	25	30	0	3
RBS_MURIALDO_AWS	RBS_MURIALDO_2	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	25	120	0	3
RBS_PARQUE_INGLES_AWS	RBS_PARQUE_INGLES_1	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	21	155	0	6
RBS_PARQUE_INGLES_AWS	RBS_PARQUE_INGLES_2	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	21	270	-2	4
RBS_PARQUE_INGLES_AWS	RBS_PARQUE_INGLES_3	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	21	33	0	3
RBS_RAFAEL_AULESTIA_AWS	RBS_RAFAEL_AULESTIA_1	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	28	0	0	0
RBS_RAFAEL_AULESTIA_AWS	RBS_RAFAEL_AULESTIA_2	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	28	80	0	0
RBS_RAFAEL_AULESTIA_AWS	RBS_RAFAEL_AULESTIA_3	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	28	160	0	0
RBS_RAFAEL_RAMOS_AWS	RBS_RAFAEL_RAMOS_1	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	18	20	0	4
RBS_RAFAEL_RAMOS_AWS	RBS_RAFAEL_RAMOS_2	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	18	90	-1	7
RBS_RAFAEL_RAMOS_AWS	RBS_RAFAEL_RAMOS_3	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	18	190	0	6
RBS_REPUBLICA_COUB_AWS	RBS_REPUBLICA_COUB_1	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	18	10	-1	6
RBS_REPUBLICA_COUB_AWS	RBS_REPUBLICA_COUB_2	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	18	200	0	2
RBS_REPUBLICA_COUB_AWS	RBS_REPUBLICA_COUB_3	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	21	280	-2	3
RBS_RUMIPAMBA_AWS	RBS_RUMIPAMBA_1	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	17	100	2	8
RBS_RUMIPAMBA_AWS	RBS_RUMIPAMBA_2	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	22	230	-1	8
RBS_RUMIPAMBA_AWS	RBS_RUMIPAMBA_3	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	22	310	0	7
RBS_SABANILLA_AWS	RBS_SABANILLA_1	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	22	70	0	0
RBS_SABANILLA_AWS	RBS_SABANILLA_2	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	23	195	0	0
RBS_SAN_CARLOS_AWS	RBS_SAN_CARLOS_1	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	17	26	1	6
RBS_SAN_CARLOS_AWS	RBS_SAN_CARLOS_2	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	17	161	1	6
RBS_SAN_CARLOS_AWS	RBS_SAN_CARLOS_3	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	18	286	0	2
RBS_TEODORO_SALEM_AWS	RBS_TEODORO_SALEM_1	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	20	340	0	0
RBS_TEODORO_SALEM_AWS	RBS_TEODORO_SALEM_2	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	20	80	0	0
RBS_TEODORO_SALEM_AWS	RBS_TEODORO_SALEM_3	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	20	199	0	0
RBS_TUFINOPI_AWS	RBS_TUFINOPI_1	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	15	327	0	0
RBS_TUFINOPI_AWS	RBS_TUFINOPI_2	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	15	90	0	0
RBS_TUFINOPI_AWS	RBS_TUFINOPI_3	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	15	219	0	0
RBS_VILLALENGUA_AWS	RBS_VILLALENGUA_1	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	14	220	-3	6
RBS_VILLALENGUA_AWS	RBS_VILLALENGUA_2	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	14	300	-3	6

Fuente: Software Atoll (Diego Molina, 2020)

Anexo I.- Configuración de transmisores y celdas Clúster 3

Site	Transmitter	Active	Transmitter Type	Antenna	DX (m)	DY (m)	Height (m)	Azimuth (°)	Mechanical Down tilt (°)	Additional Electrical Down tilt (°)
RBS_AMAZONAS_AWS	RBS_AMAZONAS_1	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	46	10	2	6
RBS_AMAZONAS_AWS	RBS_AMAZONAS_2	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	43	110	2	4
RBS_AMAZONAS_AWS	RBS_AMAZONAS_3	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	43	225	2	7
RBS_ATAHUALPA_AWS	RBS_ATAHUALPA_1	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	34	20	3	0
RBS_ATAHUALPA_AWS	RBS_ATAHUALPA_2	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	34	160	2	10
RBS_ATAHUALPA_AWS	RBS_ATAHUALPA_3	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	41	275	4	6
RBS_AV_AMAZONAS_TRR_AWS	RBS_AV_AMAZONAS_TRR_1	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	29	320	2	8
RBS_AV_AMAZONAS_TRR_AWS	RBS_AV_AMAZONAS_TRR_2	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	29	90	1	8
RBS_AV_AMAZONAS_TRR_AWS	RBS_AV_AMAZONAS_TRR_3	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	29	202	2	8
RBS_BATAN_ALTO_AWS	RBS_BATAN_ALTO_1	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	21	15	0	6
RBS_BATAN_ALTO_AWS	RBS_BATAN_ALTO_2	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	21	130	-5	4
RBS_BATAN_ALTO_AWS	RBS_BATAN_ALTO_3	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	16	170	0	3
RBS_BELISARIO_AWS	RBS_BELISARIO_1	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	22	10	1	6
RBS_BELISARIO_AWS	RBS_BELISARIO_2	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	24	220	2	6
RBS_BELISARIO_AWS	RBS_BELISARIO_3	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	25	300	-2	6
RBS_BELLAVISTA_AWS	RBS_BELLAVISTA_1	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	31	70	-4	4
RBS_BELLAVISTA_AWS	RBS_BELLAVISTA_2	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	31	120	-2	4
RBS_BELLO_HORIZONTE_TRR_AWS	RBS_BELLO_HORIZONTE_TRR_1	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	27	40	-1	7
RBS_BELLO_HORIZONTE_TRR_AWS	RBS_BELLO_HORIZONTE_TRR_2	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	27	120	-2	6
RBS_BELLO_HORIZONTE_TRR_AWS	RBS_BELLO_HORIZONTE_TRR_3	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	27	200	0	8
RBS_BENALCAZAR_AWS	RBS_BENALCAZAR_1	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	32	130	0	7
RBS_BENALCAZAR_AWS	RBS_BENALCAZAR_2	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	32	230	0	9
RBS_BENALCAZAR_AWS	RBS_BENALCAZAR_3	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	32	330	0	9
RBS_CAROLINA_AWS	RBS_CAROLINA_1	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	28	50	0	7
RBS_CAROLINA_AWS	RBS_CAROLINA_2	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	28	170	0	6
RBS_CAROLINA_AWS	RBS_CAROLINA_3	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	28	300	0	6
RBS_CHECOSLOVAQUIA_AWS	RBS_CHECOSLOVAQUIA_1	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	25	50	-1	7
RBS_CHECOSLOVAQUIA_AWS	RBS_CHECOSLOVAQUIA_2	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	25	130	-3	6
RBS_CINEMARK_AWS	RBS_CINEMARK_1	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	17	123	0	5
RBS_CINEMARK_AWS	RBS_CINEMARK_2	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	17	250	3	2
RBS_CINEMARK_AWS	RBS_CINEMARK_3	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	17	0	-2	3
RBS_CIRCULO_MILITAR_COUB_AWS	RBS_CIRCULO_MILITAR_COUB_1	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	11	340	0	5
RBS_CIRCULO_MILITAR_COUB_AWS	RBS_CIRCULO_MILITAR_COUB_2	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	10	120	0	5
RBS_CIRCULO_MILITAR_COUB_AWS	RBS_CIRCULO_MILITAR_COUB_3	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	13	230	0	4
RBS_COL_CENTRAL_TECNICO_AWS	RBS_COL_CENTRAL_TECNICO_AWS_1	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	30	0	0	6
RBS_COL_CENTRAL_TECNICO_AWS	RBS_COL_CENTRAL_TECNICO_AWS_2	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	30	109	0	7
RBS_COL_CENTRAL_TECNICO_AWS	RBS_COL_CENTRAL_TECNICO_AWS_3	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	30	223	0	7
RBS_CORDERO_AWS	RBS_CORDERO_1	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	21	312	0	6
RBS_CORDERO_AWS	RBS_CORDERO_2	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	21	70	0	4
RBS_CORDERO_AWS	RBS_CORDERO_3	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	21	182	0	6
RBS_CUERO_CAICEDO_AWS	RBS_CUERO_CAICEDO_1	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	22	130	2	8
RBS_CUERO_CAICEDO_AWS	RBS_CUERO_CAICEDO_2	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	24	250	-1	6
RBS_CUERO_CAICEDO_AWS	RBS_CUERO_CAICEDO_3	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	24	330	-1	7
RBS_DORAL_AWS	RBS_DORAL_1	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	34	60	0	10
RBS_DORAL_AWS	RBS_DORAL_2	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	34	270	2	10
RBS_DORAL_AWS	RBS_DORAL_3	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	34	350	-4	9
RBS_DROIRAL_AWS	RBS_DROIRAL_AWS_1	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	30	0	1	10
RBS_DROIRAL_AWS	RBS_DROIRAL_AWS_2	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	30	118	1	10
RBS_DROIRAL_AWS	RBS_DROIRAL_AWS_3	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	30	235	1	10
RBS_ECHEVERRIA_AWS	RBS_ECHEVERRIA_1	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	24	220	-3	5
RBS_ECHEVERRIA_AWS	RBS_ECHEVERRIA_2	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	24	300	-3	5
RBS_ECUAVISIA_AWS	RBS_ECUAVISIA_1	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	14	90	-3	5
RBS_ECUAVISIA_AWS	RBS_ECUAVISIA_2	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	14	170	0	7
RBS_ESTACION_NORTE_AWS	RBS_ESTACION_NORTE_1	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	16	40	0	0
RBS_ESTACION_NORTE_AWS	RBS_ESTACION_NORTE_2	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	16	120	1	0
RBS_ESTACION_NORTE_AWS	RBS_ESTACION_NORTE_3	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	16	230	-3	0
RBS_FISCALIA_GENERAL_AWS	RBS_FISCALIA_GENERAL_1	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	16	100	0	5
RBS_FISCALIA_GENERAL_AWS	RBS_FISCALIA_GENERAL_2	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	16	220	1	4
RBS_FISCALIA_GENERAL_AWS	RBS_FISCALIA_GENERAL_3	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	16	20	0	5
RBS_FLACSO_TRR_AWS	RBS_FLACSO_TRR_1	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	16	85	-1	7
RBS_FLACSO_TRR_AWS	RBS_FLACSO_TRR_2	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	16	210	0	7
RBS_FLACSO_TRR_AWS	RBS_FLACSO_TRR_3	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	16	315	0	6
RBS_FLORON_TRR_AWS	RBS_FLORON_TRR_1	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	26	0	0	6
RBS_FLORON_TRR_AWS	RBS_FLORON_TRR_2	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	26	140	0	6
RBS_FLORON_TRR_AWS	RBS_FLORON_TRR_3	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	26	250	-1	5
RBS_GASPAR_DE_VILLAROEEL_AWS	RBS_GASPAR_DE_VILLAROEEL_1	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	24	70	-2	4
RBS_GASPAR_DE_VILLAROEEL_AWS	RBS_GASPAR_DE_VILLAROEEL_2	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	24	180	7	8
RBS_GONZALES_SUAREZ_AWS	RBS_GONZALES_SUAREZ_1	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	42	346	2	5
RBS_GONZALES_SUAREZ_AWS	RBS_GONZALES_SUAREZ_2	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	44	108	8	8
RBS_GONZALES_SUAREZ_AWS	RBS_GONZALES_SUAREZ_3	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	43	240	0	2
RBS_GRANADOS_AWS	RBS_GRANADOS_1	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	25	90	-5	9
RBS_GRANADOS_AWS	RBS_GRANADOS_2	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	25	170	1	8
RBS_GUANGULTAHUA_AWS	RBS_GUANGULTAHUA_1	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	32	60	-3	5
RBS_GUANGULTAHUA_AWS	RBS_GUANGULTAHUA_2	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	32	170	-4	6
RBS_INAQUITO_AWS	RBS_INAQUITO_1	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	22	90	0	7
RBS_INAQUITO_AWS	RBS_INAQUITO_2	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	24	240	-2	6
RBS_INAQUITO_AWS	RBS_INAQUITO_3	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	22	310	0	6
RBS_ISLA_SAN_CRISTOBAL_AWS	RBS_ISLA_SAN_CRISTOBAL_1	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	15	90	0	7
RBS_ISLA_SAN_CRISTOBAL_AWS	RBS_ISLA_SAN_CRISTOBAL_2	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	14	185	0	6
RBS_ISLA_SAN_CRISTOBAL_AWS	RBS_ISLA_SAN_CRISTOBAL_3	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	15	290	0	6
RBS_JARDIN_AWS	RBS_JARDIN_1	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	21	50	3	4
RBS_JARDIN_AWS	RBS_JARDIN_2	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	21	240	3	5
RBS_JARDIN_AWS	RBS_JARDIN_3	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	21	320	3	5
RBS_LA_COMUNA_AWS	RBS_LA_COMUNA_1	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	16	6	2	4
RBS_LA_COMUNA_AWS	RBS_LA_COMUNA_2	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	16	206	4	5
RBS_LA_COMUNA_AWS	RBS_LA_COMUNA_3	☑	Intra-n	ADU451819	0	0	16	307	0	6

RBS_LA_GASCA_AWS	RBS_LA_GASCA_1	☒	Intra-n	ADU451819	0	0	24	10	1	4
RBS_LA_GASCA_AWS	RBS_LA_GASCA_2	☒	Intra-n	ADU451819	0	0	15	200	2	4
RBS_LA_GASCA_AWS	RBS_LA_GASCA_3	☒	Intra-n	ADU451819	0	0	20	290	0	5
RBS_LA_GRANJA_AWS	RBS_LA_GRANJA_1	☒	Intra-n	ADU451819	0	0	26	260	-3	8
RBS_LA_GRANJA_AWS	RBS_LA_GRANJA_2	☒	Intra-n	ADU451819	0	0	25	340	-3	7
RBS_LA_INMACULADA_AWS	RBS_LA_INMACULADA_1	☒	Intra-n	ADU451819	0	0	18	10	0	5
RBS_LA_INMACULADA_AWS	RBS_LA_INMACULADA_2	☒	Intra-n	ADU451819	0	0	18	200	0	5
RBS_LA_PRADERA_AWS	RBS_LA_PRADERA_1	☒	Intra-n	ADU451819	0	0	23	50	2	7
RBS_LA_PRADERA_AWS	RBS_LA_PRADERA_2	☒	Intra-n	ADU451819	0	0	23	180	1	7
RBS_LA_PRADERA_AWS	RBS_LA_PRADERA_3	☒	Intra-n	ADU451819	0	0	23	270	0	8
RBS_LAS_CASAS_AWS	RBS_LAS_CASAS_1	☒	Intra-n	ADU451819	0	0	19	270	-3	8
RBS_LAS_CASAS_AWS	RBS_LAS_CASAS_2	☒	Intra-n	ADU451819	0	0	21	90	-2	7
RBS_LIZARAZU_AWS	RBS_LIZARAZU_1	☒	Intra-n	ADU451819	0	0	14	250	-2	6
RBS_LIZARAZU_AWS	RBS_LIZARAZU_2	☒	Intra-n	ADU451819	0	0	14	330	-3	6
RBS_LOS_CABILDOS_AWS	RBS_LOS_CABILDOS_1	☒	Intra-n	ADU451819	0	0	18	340	-2	2
RBS_LOS_CABILDOS_AWS	RBS_LOS_CABILDOS_2	☒	Intra-n	ADU451819	0	0	18	260	-2	4
RBS_MANOSCA_AWS	RBS_MANOSCA_1	☒	Intra-n	ADU451819	0	0	20	240	1	2
RBS_MANOSCA_AWS	RBS_MANOSCA_2	☒	Intra-n	ADU451819	0	0	20	310	1	2
RBS_MARISCAL_SUCRE_AWS	RBS_MARISCAL_SUCRE_1	☒	Intra-n	ADU451819	0	0	29	25	0	5
RBS_MARISCAL_SUCRE_AWS	RBS_MARISCAL_SUCRE_2	☒	Intra-n	ADU451819	0	0	29	140	-1	7
RBS_MARISCAL_SUCRE_AWS	RBS_MARISCAL_SUCRE_3	☒	Intra-n	ADU451819	0	0	29	260	0	6
RBS_MEDITROPOLI_AWS	RBS_MEDITROPOLI_1	☒	Intra-n	ADU451819	0	0	25	0	2	4
RBS_MEDITROPOLI_AWS	RBS_MEDITROPOLI_2	☒	Intra-n	ADU451819	0	0	25	290	0	7
RBS_MEGAMAXI_AWS	RBS_MEGAMAXI_1	☒	Intra-n	ADU451819	0	0	26	50	-1	5
RBS_MEGAMAXI_AWS	RBS_MEGAMAXI_2	☒	Intra-n	ADU451819	0	0	26	150	-3	6
RBS_MEGAMAXI_AWS	RBS_MEGAMAXI_3	☒	Intra-n	ADU451819	0	0	26	330	0	6
RBS_MINISTERIO_DEPORTES_AWS	RBS_MINISTERIO_DEPORTES_1	☒	Intra-n	ADU451819	0	0	37	344	0	7
RBS_MINISTERIO_DEPORTES_AWS	RBS_MINISTERIO_DEPORTES_2	☒	Intra-n	ADU451819	0	0	37	112	-1	6
RBS_MINISTERIO_DEPORTES_AWS	RBS_MINISTERIO_DEPORTES_3	☒	Intra-n	ADU451819	0	0	37	228	2	6
RBS_MINISTERIO_FINANZAS_AWS	RBS_MINISTERIO_FINANZAS_1	☒	Intra-n	ADU451819	0	0	22	40	0	6
RBS_MINISTERIO_FINANZAS_AWS	RBS_MINISTERIO_FINANZAS_2	☒	Intra-n	ADU451819	0	0	22	170	0	5
RBS_MINISTERIO_FINANZAS_AWS	RBS_MINISTERIO_FINANZAS_3	☒	Intra-n	ADU451819	0	0	22	260	0	5
RBS_MIRAFLORES_AWS	RBS_MIRAFLORES_1	☒	Intra-n	ADU451819	0	0	16	177	0	0
RBS_MIRAFLORES_AWS	RBS_MIRAFLORES_2	☒	Intra-n	ADU451819	0	0	16	320	0	0
RBS_MONTESERRIN_BAJO_AWS	RBS_MONTESERRIN_BAJO_1	☒	Intra-n	ADU451819	0	0	14	60	2	6
RBS_MONTESERRIN_BAJO_AWS	RBS_MONTESERRIN_BAJO_2	☒	Intra-n	ADU451819	0	0	14	140	0	4
RBS_MOSCU_AWS	RBS_MOSCU_1	☒	Intra-n	ADU451819	0	0	33	90	-2	6
RBS_MOSCU_AWS	RBS_MOSCU_2	☒	Intra-n	ADU451819	0	0	33	230	0	4
RBS_MOSQUERA_AWS	RBS_MOSQUERA_1	☒	Intra-n	ADU451819	0	0	16	250	-2	3
RBS_MOSQUERA_AWS	RBS_MOSQUERA_2	☒	Intra-n	ADU451819	0	0	16	330	-2	3
RBS_MTOP_AWS	RBS_MTOP_1	☒	Intra-n	ADU451819	0	0	25	20	0	0
RBS_MTOP_AWS	RBS_MTOP_2	☒	Intra-n	ADU451819	0	0	25	170	0	0
RBS_MTOP_AWS	RBS_MTOP_3	☒	Intra-n	ADU451819	0	0	25	290	0	0
RBS_MULTICENTRO_AWS	RBS_MULTICENTRO_1	☒	Intra-n	ADU451819	0	0	38	95	-4	8
RBS_MULTICENTRO_AWS	RBS_MULTICENTRO_2	☒	Intra-n	ADU451819	0	0	37	230	0	6
RBS_MULTICENTRO_AWS	RBS_MULTICENTRO_3	☒	Intra-n	ADU451819	0	0	37	340	0	7
RBS_NACIONES_UNIDAS_AWS	RBS_NACIONES_UNIDAS_1	☒	Intra-n	ADU451819	0	0	24	40	1	7
RBS_NACIONES_UNIDAS_AWS	RBS_NACIONES_UNIDAS_2	☒	Intra-n	ADU451819	0	0	24	189	6	0
RBS_NACIONES_UNIDAS_AWS	RBS_NACIONES_UNIDAS_3	☒	Intra-n	ADU451819	0	0	24	259	6	6
RBS_NODO_4_INAQUITO_MONTESE	RBS_NODO_4_INAQUITO_MONTESERRIN_1	☒	Intra-n	ADU451819	0	0	14	329	0	3
RBS_NODO_4_INAQUITO_MONTESE	RBS_NODO_4_INAQUITO_MONTESERRIN_2	☒	Intra-n	ADU451819	0	0	14	80	-1	2
RBS_NODO_4_INAQUITO_MONTESE	RBS_NODO_4_INAQUITO_MONTESERRIN_3	☒	Intra-n	ADU451819	0	0	11	217	0	7
RBS_PATRIA_AWS	RBS_PATRIA_1	☒	Intra-n	ADU451819	0	0	33	20	0	0
RBS_PATRIA_AWS	RBS_PATRIA_2	☒	Intra-n	ADU451819	0	0	33	155	0	0
RBS_PATRIA_AWS	RBS_PATRIA_3	☒	Intra-n	ADU451819	0	0	33	244	0	0
RBS_PLAZA_ARGENTINA_AWS	RBS_PLAZA_ARGENTINA_1	☒	Intra-n	ADU451819	0	0	26	350	0	8
RBS_PLAZA_ARGENTINA_AWS	RBS_PLAZA_ARGENTINA_2	☒	Intra-n	ADU451819	0	0	26	130	0	6
RBS_PLAZA_ARGENTINA_AWS	RBS_PLAZA_ARGENTINA_3	☒	Intra-n	ADU451819	0	0	26	230	0	8
RBS_PLAZA_ARTIGAS_AWS	RBS_PLAZA_ARTIGAS_1	☒	Intra-n	ADU451819	0	0	20	70	2	5
RBS_PLAZA_ARTIGAS_AWS	RBS_PLAZA_ARTIGAS_2	☒	Intra-n	ADU451819	0	0	20	150	2	5
RBS_PLAZA_ARTIGAS_AWS	RBS_PLAZA_ARTIGAS_3	☒	Intra-n	ADU451819	0	0	20	230	2	5
RBS_PLAZA_FOCH_AWS	RBS_PLAZA_FOCH_1	☒	Intra-n	ADU451819	0	0	21	110	0	8
RBS_PLAZA_FOCH_AWS	RBS_PLAZA_FOCH_2	☒	Intra-n	ADU451819	0	0	15	180	0	8
RBS_PLAZA_FOCH_AWS	RBS_PLAZA_FOCH_3	☒	Intra-n	ADU451819	0	0	15	310	0	8
RBS_POLIT_LASSO_AWS	RBS_POLIT_LASSO_1	☒	Intra-n	ADU451819	0	0	10	270	-3	8
RBS_POLIT_LASSO_AWS	RBS_POLIT_LASSO_2	☒	Intra-n	ADU451819	0	0	10	26	-3	7
RBS_QUICENTRO_NORTE_AWS	RBS_QUICENTRO_NORTE_1	☒	Intra-n	ADU451819	0	0	26	130	0	0
RBS_QUICENTRO_NORTE_AWS	RBS_QUICENTRO_NORTE_2	☒	Intra-n	ADU451819	0	0	26	250	0	0
RBS_QUICENTRO_NORTE_AWS	RBS_QUICENTRO_NORTE_3	☒	Intra-n	ADU451819	0	0	26	330	0	0
RBS_REINA_VICTORIA_AWS	RBS_REINA_VICTORIA_1	☒	Intra-n	ADU451819	0	0	14	60	0	0
RBS_REINA_VICTORIA_AWS	RBS_REINA_VICTORIA_2	☒	Intra-n	ADU451819	0	0	14	160	0	0
RBS_REINA_VICTORIA_AWS	RBS_REINA_VICTORIA_3	☒	Intra-n	ADU451819	0	0	15	300	0	0
RBS_REPUBLICA_DEL_SALVADOR_A	RBS_REPUBLICA_DEL_SALVADOR_1	☒	Intra-n	ADU451819	0	0	43	345	2	8
RBS_REPUBLICA_DEL_SALVADOR_A	RBS_REPUBLICA_DEL_SALVADOR_2	☒	Intra-n	ADU451819	0	0	43	200	3	4
RBS_RIO_COCA_AWS	RBS_RIO_COCA_1	☒	Intra-n	ADU451819	0	0	23	10	-1	6
RBS_RIO_COCA_AWS	RBS_RIO_COCA_2	☒	Intra-n	ADU451819	0	0	25	100	0	8
RBS_RIO_COCA_AWS	RBS_RIO_COCA_3	☒	Intra-n	ADU451819	0	0	23	240	3	9
RBS_SHYRIS_AWS	RBS_SHYRIS_1	☒	Intra-n	ADU451819	0	0	34	10	2	7
RBS_SHYRIS_AWS	RBS_SHYRIS_2	☒	Intra-n	ADU451819	0	0	34	100	0	8
RBS_SHYRIS_AWS	RBS_SHYRIS_3	☒	Intra-n	ADU451819	0	0	34	195	2	6
RBS_TOMAS_DE_BERLANGA_AWS	RBS_TOMAS_DE_BERLANGA_1	☒	Intra-n	ADU451819	0	0	17	20	-1	7
RBS_TOMAS_DE_BERLANGA_AWS	RBS_TOMAS_DE_BERLANGA_2	☒	Intra-n	ADU451819	0	0	17	130	0	8
RBS_TOMAS_DE_BERLANGA_AWS	RBS_TOMAS_DE_BERLANGA_3	☒	Intra-n	ADU451819	0	0	17	260	-1	8
RBS_TRIBUNA_AWS	RBS_TRIBUNA_1	☒	Intra-n	ADU451819	0	0	15	0	0	0
RBS_TRIBUNA_AWS	RBS_TRIBUNA_2	☒	Intra-n	ADU451819	0	0	15	190	0	0
RBS_TRIBUNA_AWS	RBS_TRIBUNA_3	☒	Intra-n	ADU451819	0	0	15	280	0	0
RBS_TRIBUNAL_SUPREMO_AWS	RBS_TRIBUNAL_SUPREMO_1	☒	Intra-n	ADU451819	0	0	47	0	2	6
RBS_TRIBUNAL_SUPREMO_AWS	RBS_TRIBUNAL_SUPREMO_2	☒	Intra-n	ADU451819	0	0	47	150	-1	5
RBS_TRIBUNAL_SUPREMO_AWS	RBS_TRIBUNAL_SUPREMO_3	☒	Intra-n	ADU451819	0	0	47	250	3	7
RBS_VIVALDI_AWS	RBS_VIVALDI_1	☒	Intra-n	ADU451819	0	0	46	60	0	0
RBS_VIVALDI_AWS	RBS_VIVALDI_2	☒	Intra-n	ADU451819	0	0	46	150	0	0
RBS_VIVALDI_AWS	RBS_VIVALDI_3	☒	Intra-n	ADU451819	0	0	46	280	0	0
RBS_WHIMPER_TRR_AWS	RBS_WHIMPER_TRR_2	☒	Intra-n	ADU451819	0	0	40	157	1	7
RBS_WHIMPER_TRR_AWS	RBS_WHIMPER_TRR_3	☒	Intra-n	ADU451819	0	0	40	272	1	7
RBS_WHIMPER_TRR_AWS	RBS_WHIMPER_TRR_1	☒	Intra-n	ADU451819	0	0	38	50	-2	5

Fuente: Software Atoll (Diego Molina, 2020)

Anexo J.- Parámetros de la antena Andrew LNX-6515DS-VTM

Product Specifications

COMMSCOPE®



Andrew Solutions LNX-6515DS-VTM

DualPol® Antenna, 698–896 MHz, 65° horizontal beamwidth, RET compatible

Excellent choice to maximize both coverage and capacity in suburban and rural applications

Fully compatible with Andrew remote electrical tilt system for greater OpEx savings

Exceptional horizontal pattern roll-off and strong front-to-back ratio

Extended bandwidth allows one antenna to serve multiple frequency allocations

Great solution to maximize network coverage and capacity

The RF connectors are IP67 rated and the radome is IP56 rated

Electrical Specifications

Frequency Band, MHz	698–806	806–896
Gain, dBi	16.7	17.6
Beamwidth, Horizontal, degrees	65	65
Beamwidth, Horizontal Tolerance, degrees	±2	±2
Beamwidth, Vertical, degrees	9.6	8.6
Beam Tilt, degrees	0–8	0–8
USLS, typical, dB	17	17
Front-to-Back Ratio at 180°, dB	32	27
CPR at Boresight, dB	24	24
CPR at Sector, dB	10	10
Isolation, dB	30	30
VSWR Return Loss, dB	1.4:1 15.6	1.4:1 15.6
PIM, 3rd Order, 2 x 20 W, dBc	-150	-150
Input Power per Port, maximum, watts	400	400
Polarization	±45°	±45°
Impedance	50 ohm	50 ohm
Lightning Protection	dc Ground	dc Ground

Mechanical Specifications

Color Radome Material	Light gray Fiberglass, UV resistant
Connector Interface Location Quantity	7-16 DIN Female Bottom 2
Wind Loading, maximum	878.0 N @ 150 km/h 197.4 lbf @ 150 km/h
Wind Speed, maximum	241.0 km/h 149.8 mph

Dimensions

Depth	181.0 mm 7.1 in
Length	2449.00 mm 96.42 in
Width	301.00 mm 11.85 in
Net Weight	22.80 kg 50.27 lb

Fuente: Andrew LNX-6515DS-VTM (CommScope, 2020)

Anexo K.- RBS LTE 700 Clúster 1

Name	Longitude	Latitude	Altitude (m)	Comments	Support Height (m)	Support Type	Max S1 interface throughput (DL)	Max S1 interface throughput (UL)
RBS_CARCELEN_JOSEFINOS_APT_700	-78.463275	-0.0745934	[2.613]	RBS PLANIFICADA EN BANDA DE 700 MHZ_CL1	50		950,000	950,000
RBS_MENA_DEL_HIERRO_APT_700	-78.506693	-0.1078303	[2.821]	RBS PLANIFICADA EN BANDA DE 700 MHZ_CL1	50		950,000	950,000
RBS_REAL_AUDIENCIA_APT_700	-78.481791	-0.0961658	[2.780]	RBS PLANIFICADA EN BANDA DE 700 MHZ_CL1	50		950,000	950,000
RBS_VACA_DE_CASTRO_APT_700	-78.493214	-0.1282496	[2.807]	RBS PLANIFICADA EN BANDA DE 700 MHZ_CL1	50		950,000	950,000

Site	Transmitter	Active	Transmitter Type	Antenna	DX (m)	DY (m)	Height (m)	Azimuth (°)	Mechanical Down tilt (°)	Additional Electrical Down tilt (°)
RBS_CARCELEN_JOSEFINOS_APT_7	RBS_CARCELEN_JOSEFINOS_APT_1	<input checked="" type="checkbox"/>	Intra-ne	LNX-6515DS-VTM_Port 2 - -45_00D	0	0	18	76	2	6
RBS_CARCELEN_JOSEFINOS_APT_7	RBS_CARCELEN_JOSEFINOS_APT_2	<input checked="" type="checkbox"/>	Intra-ne	LNX-6515DS-VTM_Port 2 - -45_00D	0	0	24	180	-2	6
RBS_CARCELEN_JOSEFINOS_APT_7	RBS_CARCELEN_JOSEFINOS_APT_3	<input checked="" type="checkbox"/>	Intra-ne	LNX-6515DS-VTM_Port 2 - -45_00D	0	0	24	324	0	6
RBS_MENA_DEL_HIERRO_APT_700	RBS_MENA_DEL_HIERRO_APT_1	<input checked="" type="checkbox"/>	Intra-ne	LNX-6515DS-VTM_Port 2 - -45_00D	0	0	20	170	-2	5
RBS_MENA_DEL_HIERRO_APT_700	RBS_MENA_DEL_HIERRO_APT_2	<input checked="" type="checkbox"/>	Intra-ne	LNX-6515DS-VTM_Port 2 - -45_00D	0	0	20	280	-2	5
RBS_MENA_DEL_HIERRO_APT_700	RBS_MENA_DEL_HIERRO_APT_3	<input checked="" type="checkbox"/>	Intra-ne	LNX-6515DS-VTM_Port 2 - -45_00D	0	0	20	65	-3	5
RBS_REAL_AUDIENCIA_APT_700	RBS_REAL_AUDIENCIA_APT_1	<input checked="" type="checkbox"/>	Intra-ne	LNX-6515DS-VTM_Port 2 - -45_00D	0	0	20	18	0	0
RBS_REAL_AUDIENCIA_APT_700	RBS_REAL_AUDIENCIA_APT_2	<input checked="" type="checkbox"/>	Intra-ne	LNX-6515DS-VTM_Port 2 - -45_00D	0	0	20	141	0	0
RBS_REAL_AUDIENCIA_APT_700	RBS_REAL_AUDIENCIA_APT_3	<input checked="" type="checkbox"/>	Intra-ne	LNX-6515DS-VTM_Port 2 - -45_00D	0	0	20	264	2	0
RBS_VACA_DE_CASTRO_APT_700	RBS_VACA_DE_CASTRO_APT_1	<input checked="" type="checkbox"/>	Intra-ne	LNX-6515DS-VTM_Port 2 - -45_00D	0	0	18	153	0	0
RBS_VACA_DE_CASTRO_APT_700	RBS_VACA_DE_CASTRO_APT_2	<input checked="" type="checkbox"/>	Intra-ne	LNX-6515DS-VTM_Port 2 - -45_00D	0	0	18	270	5	0
RBS_VACA_DE_CASTRO_APT_700	RBS_VACA_DE_CASTRO_APT_3	<input checked="" type="checkbox"/>	Intra-ne	LNX-6515DS-VTM_Port 2 - -45_00D	0	0	18	87	0	0

Transmitter	Name	ID	Active	Order	Layer	Cell Type	Frequency Band
RBS_CARCELEN_JOSEFINOS_APT_1	RBS_CARCELEN_JOSEFINOS_APT_1		<input checked="" type="checkbox"/>	1	Macro	LTE	E-UTRA Band 28 - 15 MHz
RBS_CARCELEN_JOSEFINOS_APT_2	RBS_CARCELEN_JOSEFINOS_APT_2		<input checked="" type="checkbox"/>	1	Macro	LTE	E-UTRA Band 28 - 15 MHz
RBS_CARCELEN_JOSEFINOS_APT_3	RBS_CARCELEN_JOSEFINOS_APT_3		<input checked="" type="checkbox"/>	1	Macro	LTE	E-UTRA Band 28 - 15 MHz
RBS_MENA_DEL_HIERRO_APT_1	RBS_MENA_DEL_HIERRO_APT_1		<input checked="" type="checkbox"/>	1	Macro	LTE	E-UTRA Band 28 - 15 MHz
RBS_MENA_DEL_HIERRO_APT_2	RBS_MENA_DEL_HIERRO_APT_2		<input checked="" type="checkbox"/>	1	Macro	LTE	E-UTRA Band 28 - 15 MHz
RBS_MENA_DEL_HIERRO_APT_3	RBS_MENA_DEL_HIERRO_APT_3		<input checked="" type="checkbox"/>	1	Macro	LTE	E-UTRA Band 28 - 15 MHz
RBS_REAL_AUDIENCIA_APT_1	RBS_REAL_AUDIENCIA_APT_1		<input checked="" type="checkbox"/>	1	Macro	LTE	E-UTRA Band 28 - 15 MHz
RBS_REAL_AUDIENCIA_APT_2	RBS_REAL_AUDIENCIA_APT_2		<input checked="" type="checkbox"/>	1	Macro	LTE	E-UTRA Band 28 - 15 MHz
RBS_REAL_AUDIENCIA_APT_3	RBS_REAL_AUDIENCIA_APT_3		<input checked="" type="checkbox"/>	1	Macro	LTE	E-UTRA Band 28 - 15 MHz
RBS_VACA_DE_CASTRO_APT_1	RBS_VACA_DE_CASTRO_APT_1		<input checked="" type="checkbox"/>	1	Macro	LTE	E-UTRA Band 28 - 15 MHz
RBS_VACA_DE_CASTRO_APT_2	RBS_VACA_DE_CASTRO_APT_2		<input checked="" type="checkbox"/>	1	Macro	LTE	E-UTRA Band 28 - 15 MHz
RBS_VACA_DE_CASTRO_APT_3	RBS_VACA_DE_CASTRO_APT_3		<input checked="" type="checkbox"/>	1	Macro	LTE	E-UTRA Band 28 - 15 MHz

Fuente: Software Atoll (Diego Molina, 2020)

Anexo L.-RBS LTE 700 Clúster 2

Name	Longitude	Latitude	Altitude (m)	Comments	Support Height (m)
RBS_AMAGASI_DEL_INCA_APT_700	-78.459731	-0.1472006	[2.900]	RBS PLANIFICADA EN BANDA DE 700 MHZ_CL2	50
RBS_EL_EDEN_APT_700	-78.461290	-0.1336272	[2.903]	RBS PLANIFICADA EN BANDA DE 700 MHZ_CL2	50
RBS_ISAAC_ALBENIZ_APT_700	-78.482346	-0.1539789	[2.794]	RBS PLANIFICADA EN BANDA DE 700 MHZ_CL2	50
RBS_LA_BOTA_APT_700	-78.468473	-0.1137588	[2.885]	RBS PLANIFICADA EN BANDA DE 700 MHZ_CL2	50
RBS_MANUEL_VALDIVIESO_APT_700	-78.497756	-0.1499579	[2.870]	RBS PLANIFICADA EN BANDA DE 700 MHZ_CL2	50
RBS_TEODORO_SALEM_APT_700	-78.481151	-0.1420950	[2.816]	RBS PLANIFICADA EN BANDA DE 700 MHZ_CL2	50
RBS_VILLALENGUA_APT_700	-78.494809	-0.1719022	[2.819]	RBS PLANIFICADA EN BANDA DE 700 MHZ_CL2	50

Site	Transmitter	Active	Transmitter Type	Antenna	DX (m)	DY (m)	Height (m)	Azimuth (°)	Mechanical Down tilt (°)	Additional Electrical Down tilt (°)
RBS_AMAGASI_DEL_INCA_APT_700	RBS_AMAGASI_DEL_INCA_APT_1	<input checked="" type="checkbox"/>	Intra-net	LNK-651SDS-VTM_Port 2 - -45_000T_	0	0	10	0	0	7
RBS_AMAGASI_DEL_INCA_APT_700	RBS_AMAGASI_DEL_INCA_APT_2	<input checked="" type="checkbox"/>	Intra-net	LNK-651SDS-VTM_Port 2 - -45_000T_	0	0	10	159	0	9
RBS_AMAGASI_DEL_INCA_APT_700	RBS_AMAGASI_DEL_INCA_APT_3	<input checked="" type="checkbox"/>	Intra-net	LNK-651SDS-VTM_Port 2 - -45_000T_	0	0	10	264	0	5
RBS_EL_EDEN_APT_700	RBS_EL_EDEN_APT_1	<input checked="" type="checkbox"/>	Intra-net	LNK-651SDS-VTM_Port 2 - -45_000T_	0	0	15	30	0	6
RBS_EL_EDEN_APT_700	RBS_EL_EDEN_APT_2	<input checked="" type="checkbox"/>	Intra-net	LNK-651SDS-VTM_Port 2 - -45_000T_	0	0	15	100	0	6
RBS_EL_EDEN_APT_700	RBS_EL_EDEN_APT_3	<input checked="" type="checkbox"/>	Intra-net	LNK-651SDS-VTM_Port 2 - -45_000T_	0	0	15	310	0	7
RBS_ISAAC_ALBENIZ_APT_700	RBS_ISAAC_ALBENIZ_APT_1	<input checked="" type="checkbox"/>	Intra-net	LNK-651SDS-VTM_Port 2 - -45_000T_	0	0	18	318	0	2
RBS_ISAAC_ALBENIZ_APT_700	RBS_ISAAC_ALBENIZ_APT_2	<input checked="" type="checkbox"/>	Intra-net	LNK-651SDS-VTM_Port 2 - -45_000T_	0	0	18	85	0	2
RBS_ISAAC_ALBENIZ_APT_700	RBS_ISAAC_ALBENIZ_APT_3	<input checked="" type="checkbox"/>	Intra-net	LNK-651SDS-VTM_Port 2 - -45_000T_	0	0	18	213	0	4
RBS_LA_BOTA_APT_700	RBS_LA_BOTA_APT_1	<input checked="" type="checkbox"/>	Intra-net	LNK-651SDS-VTM_Port 2 - -45_000T_	0	0	35	111	0	6
RBS_LA_BOTA_APT_700	RBS_LA_BOTA_APT_2	<input checked="" type="checkbox"/>	Intra-net	LNK-651SDS-VTM_Port 2 - -45_000T_	0	0	35	237	-3	6
RBS_LA_BOTA_APT_700	RBS_LA_BOTA_APT_3	<input checked="" type="checkbox"/>	Intra-net	LNK-651SDS-VTM_Port 2 - -45_000T_	0	0	35	346	0	7
RBS_MANUEL_VALDIVIESO_APT_700	RBS_MANUEL_VALDIVIESO_APT_1	<input checked="" type="checkbox"/>	Intra-net	LNK-651SDS-VTM_Port 2 - -45_000T_	0	0	13	55	-2	6
RBS_MANUEL_VALDIVIESO_APT_700	RBS_MANUEL_VALDIVIESO_APT_2	<input checked="" type="checkbox"/>	Intra-net	LNK-651SDS-VTM_Port 2 - -45_000T_	0	0	13	176	-3	6
RBS_MANUEL_VALDIVIESO_APT_700	RBS_MANUEL_VALDIVIESO_APT_3	<input checked="" type="checkbox"/>	Intra-net	LNK-651SDS-VTM_Port 2 - -45_000T_	0	0	13	285	3	5
RBS_TEODORO_SALEM_APT_700	RBS_TEODORO_SALEM_APT_1	<input checked="" type="checkbox"/>	Intra-net	LNK-651SDS-VTM_Port 2 - -45_000T_	0	2	20	340	0	0
RBS_TEODORO_SALEM_APT_700	RBS_TEODORO_SALEM_APT_2	<input checked="" type="checkbox"/>	Intra-net	LNK-651SDS-VTM_Port 2 - -45_000T_	0	0	20	111	0	0
RBS_TEODORO_SALEM_APT_700	RBS_TEODORO_SALEM_APT_3	<input checked="" type="checkbox"/>	Intra-net	LNK-651SDS-VTM_Port 2 - -45_000T_	0	0	20	212	0	0
RBS_VILLALENGUA_APT_700	RBS_VILLALENGUA_APT_1	<input checked="" type="checkbox"/>	Intra-net	LNK-651SDS-VTM_Port 2 - -45_000T_	0	0	14	60	-3	6
RBS_VILLALENGUA_APT_700	RBS_VILLALENGUA_APT_2	<input checked="" type="checkbox"/>	Intra-net	LNK-651SDS-VTM_Port 2 - -45_000T_	0	0	14	202	-3	6
RBS_VILLALENGUA_APT_700	RBS_VILLALENGUA_APT_3	<input checked="" type="checkbox"/>	Intra-net	LNK-651SDS-VTM_Port 2 - -45_000T_	0	0	14	299	5	5

Transmitter	Name	ID	Active	Order	Layer	Cell Type	Frequency Band
RBS_AMAGASI_DEL_INCA_APT_1	RBS_AMAGASI_DEL_INCA_APT_1		<input checked="" type="checkbox"/>	1	Macro	LTE	E-UTRA Band 28 - 15 MHz
RBS_AMAGASI_DEL_INCA_APT_2	RBS_AMAGASI_DEL_INCA_APT_2		<input checked="" type="checkbox"/>	1	Macro	LTE	E-UTRA Band 28 - 15 MHz
RBS_AMAGASI_DEL_INCA_APT_3	RBS_AMAGASI_DEL_INCA_APT_3		<input checked="" type="checkbox"/>	1	Macro	LTE	E-UTRA Band 28 - 15 MHz
RBS_EL_EDEN_APT_1	RBS_EL_EDEN_APT_1		<input checked="" type="checkbox"/>	1	Macro	LTE	E-UTRA Band 28 - 15 MHz
RBS_EL_EDEN_APT_2	RBS_EL_EDEN_APT_2		<input checked="" type="checkbox"/>	1	Macro	LTE	E-UTRA Band 28 - 15 MHz
RBS_EL_EDEN_APT_3	RBS_EL_EDEN_APT_3		<input checked="" type="checkbox"/>	1	Macro	LTE	E-UTRA Band 28 - 15 MHz
RBS_ISAAC_ALBENIZ_APT_1	RBS_ISAAC_ALBENIZ_APT_1		<input checked="" type="checkbox"/>	1	Macro	LTE	E-UTRA Band 28 - 15 MHz
RBS_ISAAC_ALBENIZ_APT_2	RBS_ISAAC_ALBENIZ_APT_2		<input checked="" type="checkbox"/>	1	Macro	LTE	E-UTRA Band 28 - 15 MHz
RBS_ISAAC_ALBENIZ_APT_3	RBS_ISAAC_ALBENIZ_APT_3		<input checked="" type="checkbox"/>	1	Macro	LTE	E-UTRA Band 28 - 15 MHz
RBS_LA_BOTA_APT_1	RBS_LA_BOTA_APT_1		<input checked="" type="checkbox"/>	1	Macro	LTE	E-UTRA Band 28 - 15 MHz
RBS_LA_BOTA_APT_2	RBS_LA_BOTA_APT_2		<input checked="" type="checkbox"/>	1	Macro	LTE	E-UTRA Band 28 - 15 MHz
RBS_LA_BOTA_APT_3	RBS_LA_BOTA_APT_3		<input checked="" type="checkbox"/>	1	Macro	LTE	E-UTRA Band 28 - 15 MHz
RBS_MANUEL_VALDIVIESO_APT_1	RBS_MANUEL_VALDIVIESO_APT_1		<input checked="" type="checkbox"/>	1	Macro	LTE	E-UTRA Band 28 - 15 MHz
RBS_MANUEL_VALDIVIESO_APT_2	RBS_MANUEL_VALDIVIESO_APT_2		<input checked="" type="checkbox"/>	1	Macro	LTE	E-UTRA Band 28 - 15 MHz
RBS_MANUEL_VALDIVIESO_APT_3	RBS_MANUEL_VALDIVIESO_APT_3		<input checked="" type="checkbox"/>	1	Macro	LTE	E-UTRA Band 28 - 15 MHz
RBS_TEODORO_SALEM_APT_1	RBS_TEODORO_SALEM_APT_1		<input checked="" type="checkbox"/>	1	Macro	LTE	E-UTRA Band 28 - 15 MHz
RBS_TEODORO_SALEM_APT_2	RBS_TEODORO_SALEM_APT_2		<input checked="" type="checkbox"/>	1	Macro	LTE	E-UTRA Band 28 - 15 MHz
RBS_TEODORO_SALEM_APT_3	RBS_TEODORO_SALEM_APT_3		<input checked="" type="checkbox"/>	1	Macro	LTE	E-UTRA Band 28 - 15 MHz
RBS_VILLALENGUA_APT_1	RBS_VILLALENGUA_APT_1		<input checked="" type="checkbox"/>	1	Macro	LTE	E-UTRA Band 28 - 15 MHz
RBS_VILLALENGUA_APT_2	RBS_VILLALENGUA_APT_2		<input checked="" type="checkbox"/>	1	Macro	LTE	E-UTRA Band 28 - 15 MHz
RBS_VILLALENGUA_APT_3	RBS_VILLALENGUA_APT_3		<input checked="" type="checkbox"/>	1	Macro	LTE	E-UTRA Band 28 - 15 MHz

Fuente: Software Atoll (Diego Molina, 2020)

Anexo M.- RBS LTE 700 Clúster 3

Name	Longitude	Latitude	Altitude (m)	Comments	Support Height (m)
RBS_LAS_CASAS_APT_700	-78.505270	-0.1870530	[2,910]	RBS PLANIFICADA EN BANDA DE 700 MHZ_CL3	50
RBS_MEGAMAXI_APT_700	-78.473399	-0.1811083	[2,855]	RBS PLANIFICADA EN BANDA DE 700 MHZ_CL3	50
RBS_MINISTERIO_FINANZAS_APT_700	-78.503022	-0.2037505	[2,807]	RBS PLANIFICADA EN BANDA DE 700 MHZ_CL3	50
RBS_NODO_4_INAQUITO_MONTESERRIN_APT_700	-78.465529	-0.1631749	[2,839]	RBS PLANIFICADA EN BANDA DE 700 MHZ_CL3	50
RBS_WHIMPER_TRR_APT_700	-78.476972	-0.1966582	[2,833]	RBS PLANIFICADA EN BANDA DE 700 MHZ_CL3	50

Site	Transmitter	Active	Transmitter Type	Antenna	DX (m)	DY (m)	Height (m)	Azimuth (°)	Mechanical Downtilt (°)	Additional Electrical Downtilt (°)
RBS_LAS_CASAS_APT_700	RBS_LAS_CASAS_APT_1	<input checked="" type="checkbox"/>	Intra-net	LNX-6515DS-VTM_Port 2 - -45_000DT	0	0	19	231	-3	8
RBS_LAS_CASAS_APT_700	RBS_LAS_CASAS_APT_2	<input checked="" type="checkbox"/>	Intra-net	LNX-6515DS-VTM_Port 2 - -45_000DT	0	0	21	110	-2	7
RBS_LAS_CASAS_APT_700	RBS_LAS_CASAS_APT_3	<input checked="" type="checkbox"/>	Intra-net	LNX-6515DS-VTM_Port 2 - -45_000DT	0	0	21	353	0	5
RBS_MEGAMAXI_APT_700	RBS_MEGAMAXI_APT_1	<input checked="" type="checkbox"/>	Intra-net	LNX-6515DS-VTM_Port 2 - -45_000DT	0	0	26	17	-1	5
RBS_MEGAMAXI_APT_700	RBS_MEGAMAXI_APT_2	<input checked="" type="checkbox"/>	Intra-net	LNX-6515DS-VTM_Port 2 - -45_000DT	0	0	26	137	-3	6
RBS_MEGAMAXI_APT_700	RBS_MEGAMAXI_APT_3	<input checked="" type="checkbox"/>	Intra-net	LNX-6515DS-VTM_Port 2 - -45_000DT	0	0	26	257	0	6
RBS_MINISTERIO_FINANZAS_APT_700	RBS_MINISTERIO_FINANZAS_APT_1	<input checked="" type="checkbox"/>	Intra-net	LNX-6515DS-VTM_Port 2 - -45_000DT	0	0	22	0	0	6
RBS_MINISTERIO_FINANZAS_APT_700	RBS_MINISTERIO_FINANZAS_APT_2	<input checked="" type="checkbox"/>	Intra-net	LNX-6515DS-VTM_Port 2 - -45_000DT	0	0	22	138	0	5
RBS_MINISTERIO_FINANZAS_APT_700	RBS_MINISTERIO_FINANZAS_APT_3	<input checked="" type="checkbox"/>	Intra-net	LNX-6515DS-VTM_Port 2 - -45_000DT	0	0	22	260	0	5
RBS_NODO_4_INAQUITO_MONTESERRIN_APT_700	RBS_NODO_4_INAQUITO_MONTESERRIN_APT_1	<input checked="" type="checkbox"/>	Intra-net	LNX-6515DS-VTM_Port 2 - -45_000DT	0	0	14	322	0	3
RBS_NODO_4_INAQUITO_MONTESERRIN_APT_700	RBS_NODO_4_INAQUITO_MONTESERRIN_APT_2	<input checked="" type="checkbox"/>	Intra-net	LNX-6515DS-VTM_Port 2 - -45_000DT	0	0	14	88	-1	2
RBS_NODO_4_INAQUITO_MONTESERRIN_APT_700	RBS_NODO_4_INAQUITO_MONTESERRIN_APT_3	<input checked="" type="checkbox"/>	Intra-net	LNX-6515DS-VTM_Port 2 - -45_000DT	0	0	11	212	0	7
RBS_WHIMPER_TRR_APT_700	RBS_WHIMPER_TRR_APT_1	<input checked="" type="checkbox"/>	Intra-net	LNX-6515DS-VTM_Port 2 - -45_000DT	0	0	40	132	1	7
RBS_WHIMPER_TRR_APT_700	RBS_WHIMPER_TRR_APT_2	<input checked="" type="checkbox"/>	Intra-net	LNX-6515DS-VTM_Port 2 - -45_000DT	0	0	40	255	1	7
RBS_WHIMPER_TRR_APT_700	RBS_WHIMPER_TRR_APT_3	<input checked="" type="checkbox"/>	Intra-net	LNX-6515DS-VTM_Port 2 - -45_000DT	0	0	38	6	-2	5

Transmitter	Name	ID	Active	Order	Layer	Cell Type	Frequency Band
RBS_LAS_CASAS_APT_1	RBS_LAS_CASAS_APT_1		<input checked="" type="checkbox"/>	1	Macro	LTE	E-UTRA Band 28 - 15 MHz
RBS_LAS_CASAS_APT_2	RBS_LAS_CASAS_APT_2		<input checked="" type="checkbox"/>	1	Macro	LTE	E-UTRA Band 28 - 15 MHz
RBS_LAS_CASAS_APT_3	RBS_LAS_CASAS_APT_3		<input checked="" type="checkbox"/>	1	Macro	LTE	E-UTRA Band 28 - 15 MHz
RBS_MEGAMAXI_APT_1	RBS_MEGAMAXI_APT_1		<input checked="" type="checkbox"/>	1	Macro	LTE	E-UTRA Band 28 - 15 MHz
RBS_MEGAMAXI_APT_2	RBS_MEGAMAXI_APT_2		<input checked="" type="checkbox"/>	1	Macro	LTE	E-UTRA Band 28 - 15 MHz
RBS_MEGAMAXI_APT_3	RBS_MEGAMAXI_APT_3		<input checked="" type="checkbox"/>	1	Macro	LTE	E-UTRA Band 28 - 15 MHz
RBS_MINISTERIO_FINANZAS_APT_1	RBS_MINISTERIO_FINANZAS_APT_1		<input checked="" type="checkbox"/>	1	Macro	LTE	E-UTRA Band 28 - 15 MHz
RBS_MINISTERIO_FINANZAS_APT_2	RBS_MINISTERIO_FINANZAS_APT_2		<input checked="" type="checkbox"/>	1	Macro	LTE	E-UTRA Band 28 - 15 MHz
RBS_MINISTERIO_FINANZAS_APT_3	RBS_MINISTERIO_FINANZAS_APT_3		<input checked="" type="checkbox"/>	1	Macro	LTE	E-UTRA Band 28 - 15 MHz
RBS_NODO_4_INAQUITO_MONTESERRIN_APT_1	RBS_NODO_4_INAQUITO_MONTESERRIN_APT_1		<input checked="" type="checkbox"/>	1	Macro	LTE	E-UTRA Band 28 - 15 MHz
RBS_NODO_4_INAQUITO_MONTESERRIN_APT_2	RBS_NODO_4_INAQUITO_MONTESERRIN_APT_2		<input checked="" type="checkbox"/>	1	Macro	LTE	E-UTRA Band 28 - 15 MHz
RBS_NODO_4_INAQUITO_MONTESERRIN_APT_3	RBS_NODO_4_INAQUITO_MONTESERRIN_APT_3		<input checked="" type="checkbox"/>	1	Macro	LTE	E-UTRA Band 28 - 15 MHz
RBS_WHIMPER_TRR_APT_1	RBS_WHIMPER_TRR_APT_1		<input checked="" type="checkbox"/>	1	Macro	LTE	E-UTRA Band 28 - 15 MHz
RBS_WHIMPER_TRR_APT_2	RBS_WHIMPER_TRR_APT_2		<input checked="" type="checkbox"/>	1	Macro	LTE	E-UTRA Band 28 - 15 MHz
RBS_WHIMPER_TRR_APT_3	RBS_WHIMPER_TRR_APT_3		<input checked="" type="checkbox"/>	1	Macro	LTE	E-UTRA Band 28 - 15 MHz

Fuente: Software Atoll (Diego Molina, 2020)

Bibliografía

- CNT E.P. (02 de 2020). PRESUPUESTO DEL AÑO FISCAL VIGENTE 2019. Obtenido de https://corporativo.cnt.gob.ec/wp-content/uploads/2020/03/Monto_Total_Presupuesto_Vigente_FO_Enero_2020.pdf
- 3 GPP - ERICSSON . (31 de 07 de 2019). 3 GPP SPECTRUM BANDS . Obtenido de <https://www.ericsson.com/4a341b/assets/local/policy-makers-and-regulators/190731-3gpp-spectrum-bands.pdf>
- 3 GPP. (10 de 2019). Proposal for Candidate Radio Interface Technologies for IMT - Advanced Based on LTE Release 10 and Beyond. Obtenido de <https://www.3gpp.org/technologies/keywords-acronyms/98-lte>
- 5G Americas. (2019). LA BANDA DE 700 MHZ EN AMÉRICA LATINA. Obtenido de <https://brechacero.com/wp-content/uploads/2019/12/BANDA%20DE%20700%20MHZ-esp-correccion-ok.pdf>
- Aguilar, J. J. (2018). Sistemas Moviles Celulares . Obtenido de <http://jpadilla.docentes.upbbga.edu.co/moviles/10%20SISTEMAS%20MOVILES%20CELULARES.pdf>
- Americas, 4. (Agosto de 2015). Adjudicación de espectro radioeléctrico en 700 MHz en América Latina. Obtenido de <https://docplayer.es/3063246-Contenido-1-introduccion-importancia-de-la-banda-de-700-mhz-3-1-1-por-que-700-mhz-5-2-necesidad-de-limpieza-de-la-banda.html>
- ARAS Technologies. (10 de 12 de 2018). Niveles de Potencia para LTE (RSRP). Obtenido de <https://www.arastechnologies.com/2018/12/eei-niveles-de-potencia-para-lte.html>
- ARCOTEL . (2019). Estadísticas de Infraestructura del Servicio Móvil Avanzado . Obtenido de <https://www.arcotel.gob.ec/estadisticas-2/>
- Arcotel. (17 de 03 de 2017). 4G es la cuarta generación de tecnología de telefonía móvil. Obtenido de <http://www.arcotel.gob.ec/4g/>
- Arcotel. (2018). BOLETÍN ESTADÍSTICO . Obtenido de https://www.arcotel.gob.ec/wp-content/uploads/2015/01/BOLETIN-ESTADISTICO-Diciembre-2018-v4_4.pdf
- Arcotel. (05 de 2018). Servicio Movil Avanzado . Obtenido de https://www.arcotel.gob.ec/wp-content/uploads/2015/01/BOLETIN-ESTADISTICO-Junio-2018_f.pdf
- ARCOTEL, CONATEL. (2012). Resolución TEL-804-29-CONATEL-2012. Obtenido de <https://www.arcotel.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/11/0804-TEL-29-CONATEL-2012.pdf>
- Arimas. (22 de 04 de 2016). LTE RADIO INTERFACE OVERVIEW. Obtenido de <https://arimas.com/2016/04/22/140-lte-radio-interface-overview/>
- Arimas. (2020). MEDICIÓN DE RSRP Y RSRQ EN LTE. Obtenido de <https://arimas.com/78-rsrp-and-rsrq-measurement-in-lte/>

- Ayala, M. (2018). Despliegue de la red 4G LTE en la banda de 700MHz en Lima. Obtenido de https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UUNI_09938ca113ee641152e100b837ac8c3d/Description#tabnav
- CableFree. (2020). LTE RSSI, RSRP and RSRQ Measurement. Obtenido de <https://www.cablefree.net/wirelesstechnology/4glte/rsrp-rsrq-measurement-lte/>
- CommScope. (2020). Andrew LNX-6515DS-VTM. Obtenido de <https://wireless2.fcc.gov/UlsEntry/attachments/attachmentViewRD.jsp;ATTACHMENTS=35NbfDhTYz3Jp9Mfhqkl9bcZWxZMv6WwynDDzmp8G2dwS4xQT6zj!-1103355254!265391870?appType=search&fileKey=718010629&attachmentKey=18921737&attachmentInd=applAttach>
- Contraloría General del Estado . (31 de 12 de 2018). Examen especial al proceso precontractual, contractual, ejecución, implementación del contrato principal 4300000340. Obtenido de <https://www.contraloria.gob.ec/WFDescarga.aspx?id=59434&tipo=inf>
- Cuenca, C. J. (01 de 2017). Dimensionamiento de un clúster de Red LTE para brindar cobertura en la zona comercial de la ciudad de Loja. Obtenido de <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/14430>
- Diego Molina, P. (2020). Estudio de factibilidad para la implementación de la Tecnología LTE en la Banda de 700 Mhz como complemento a la Banda de 2100 Mhz para mejorar el Servicio de Internet Inalámbrico en la Zona Norte de la Ciudad de Quito. Quito: PUCE.
- Ecuadorec. (2020). Parroquias de Quito_ Urbanas y Rurales. Obtenido de <https://ecuadorec.com/parroquias-quito-urbanas-rurales/>
- ENTEL (Ed.). (02 de 10 de 2019). Banda700. Obtenido de Banda700: <https://informacioncorporativa.entel.cl/espectro/banda-700>
- Gyokov Solutions. (2020). G-NetTrack Pro - Lite Manual. Obtenido de <https://gykovsolutions.com/manual-g-nettrack/#tabsdrive>
- Hangzhou Technology - Huawei. (2020). KEYNOTE- ALIBABA. Obtenido de https://hzkeynote.en.alibaba.com/es_ES/productgrouplist-818950265/Huawei.html
- Hangzhou Technology - ZTE. (2020). KEYNOTE - ALIBABA . Obtenido de https://hzkeynote.en.alibaba.com/es_ES/productgrouplist-807499017/ZTE.html?spm=a2700.icbuShop.98.2.16c055ecTy8eFA
- Ingetelecom. (2015). TDD Y FDD. Obtenido de <https://ingetelecom.files.wordpress.com/2007/08/fdd-y-tdd.docx>
- Jiménez, M. S. (2014). Estudio y Análisis Técnico Comparativo entre las Tecnologías LTE y LTE. Obtenido de <http://ciecfie.epn.edu.ec/wss/VirtualDirectories/80/JIEE/historial/XXV/Telecomunicaciones/Memorias-258-269.pdf>

- LEÓN, F. (2014). Diseño e implementación de la red de cuarta generación LTE en el Distrito Metropolitano de Quito para la CNT EP. Obtenido de <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/handle/21000/8095>
- Madrigal, J. (13 de 01 de 2015). Modelamiento y simulacion de la Capa Física de una RED LTE . Obtenido de <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/11389/T-ESPE-048620.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Mawjoud, S. (2013). Comparison of Propagation Model Accuracy for Long Term Evolution (LTE) Cellular Network. Obtenido de <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.402.7431&rep=rep1&type=pdf>
- Medina. (2013). Modelos y leyes de propagacion. Obtenido de <https://modelosleyespropagacion.wordpress.com/2013/07/10/modelos-empiricos-modelo-de-okumura-es-uno-de-los-modelos/>
- Milenio. (17 de 12 de 2014). IFT aprueba concesión para red compartida. Obtenido de <https://www.milenio.com/negocios/ift-aprueba-concesion-para-red-compartida>
- MINTEL, N. L. (2019). Ecuador ejecutará el apagón analógico por etapas hasta 2023. Obtenido de <https://www.telesemana.com/blog/2018/09/20/ecuador-ejecutara-el-apagon-analogico-por-etapas-hasta-2023/>
- Molineros, J. (10 de 2016). Obtenido de Implementación de "Small Cell" 4G en la Ciudad de Guayaquil: <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/38178/D-P12954.pdf?sequence=-1&isAllowed=y>
- Naspud, S. A. (2014). SISTEMAS COMUNICACIÓN MOVIL: 4G LTE /LTE AVANZADO PARA BANDA ANCHA MOVIL. Obtenido de <https://docplayer.es/3558281-Universidad-catolica-de-cuenca.html>
- Orange . (2019). ¿Cómo funciona una red móvil? Obtenido de <https://radio-waves.orange.com/es/como-funciona-una-red-movil/>
- Paredes, D. C. (11 de 02 de 2015). Diseño de una red 4G (Long Term Evolution) en el cluster 2 de la ciudad de Quito para el operador CNT. EP. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/3771>
- Pérez, L. (2017). IMPLEMENTACIÓN DE UN ALGORITMO RLS PARA BEAMFORMING EN LA BANDA DE 28 GHz. Obtenido de <http://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/128826/D-106435.pdf>
- Pozo, P. R. (3 de 2017). DISEÑO DE COBERTURA DE TELECOMUNICACIONES LTE PARA EL SECTOR DE GUAJALO PARA LA EMPRESA CONSTRUCTORA DANIEL AYALA TRT S.A. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/14041/1/UPS%20-%20ST003061.pdf>
- ProInversión. (26 de 05 de 2016). ¿Qué beneficios otorga la Banda de 700 MHz? Obtenido de <https://rpp.pe/economia/economia/que-es-la-banda-de-700-mhz-y-por-que-es-importante-su-adjudicacion-noticia-965724?ref=rpp>

- Resolucion-0002-ARCOTEL. (2017). Resolucion-0002-ARCOTEL-2017. Obtenido de <https://www.arcotel.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/05/Resolucion-0002-ARCOTEL-2017.pdf>
- Segarra, E. (2018). Propuesta de diseño de backhaul, incorporando características de QoS con servicios integrados y diferenciación de servicios para la red CNTEP en la ciudad de Cuenca. Obtenido de <http://dspace.utpl.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/20.500.11962/23242/Segarra%20Guzm%C3%A1n%20Edison%20Euclides..pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Solórzano Yagual, B. E. (7 de 03 de 2018). Análisis de cobertura de una red de banda ancha móvil (LTE) para cantón Chone mediante software Atoll. Obtenido de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/10220>
- Tubon, C. E. (02 de 2017). ESTUDIO DE LA TECNOLOGÍA LTE EN LA BANDA DE 700MHZ COMO ALTERNATIVA PARA BRINDAR SERVICIO DE INTERNET FIJO INALÁMBRICO EN ZONAS RURALES DEL ECUADOR. Obtenido de <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/13697/Caso%20de%20Estudio%20Carlos%20Moreno.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- UIT-R . (08 de 2019). Recomendación UIT-R P.1411-10. Obtenido de https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/p/R-REC-P.1411-10-201908-!!!PDF-S.pdf
- Universidad Carlos III de Madrid. (2018). Modelos de Propagación de gran Escala. Obtenido de <http://www.tsc.uc3m.es/docencia/SyCT/Tema%203/Tema3.pdf>
- Uyaguari, J. (2019). DESARROLLO DE UN MARCO DE REFERENCIA PARA SISTEMAS MIMO MASIVO QUE PERMITA LA OPTIMIZACIÓN DE LA EFICIENCIA ESPECTRAL MEDIANTE LA SELECCIÓN DE ANTENAS, PARA LA TECNOLOGÍA 5G. Obtenido de <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/22159/1/Tene%20Uyaguari%20Jaime%20Missael.pdf>
- Xirio. (2017). COST-HATA. Obtenido de https://www.xirio-online.com/help/es/cost_231.htm
- Zambrano, G. D. (2017). Desarrollo del planning de la red LTE con microceldas en banda 4 y macroceldas en banda 28 para un clúster ubicado en la zona norte de Quito. Obtenido de Desarrollo del planning de la red LTE con microceldas en banda 4 y macroceldas en banda 28 para un clúster ubicado en la zona norte de Quito.: <http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/7941>