

UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA

ESCUELA DE INGENIERÍA INFORMÁTICA

**PROYECTO PARA OPTAR POR EL GRADO
ACADÉMICO DE BACHILLERATO
UNIVERSITARIO**

**PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN Y
AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO DE
ELABORACIÓN DE SCRIPTS PARA LA
INTEGRACIÓN Y PUESTA EN OPERACIÓN
COMERCIAL DE RADIO BASES MÓVILES 3G EN
EL INSTITUTO COSTARRICENSE DE
ELECTRICIDAD.**

Sustentante:

Henry Hidalgo Barrientos

Tutor:

José Roberto Santamaría Sandoval

Octubre, 2018

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL.....	ii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	v
ÍNDICE DE TABLAS.....	viii
CARTA AUTORIZACIÓN PROYECTO.....	ix
DECLARACIÓN JURADA.....	x
CARTA APROBACIÓN TUTOR.....	xi
CARTA APROBACIÓN LECTOR.....	xii
CARTA REVISIÓN FILOLÓGICA.....	xiii
DEDICATORIA.....	xiv
AGRADECIMIENTOS.....	xv
ABREVIATURAS.....	xvi
INTRODUCCIÓN.....	xviii
CAPÍTULO I.....	xix
ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	xix
1.1 Marco de referencia empresarial y contextual.....	20
1.2 Misión.....	23
1.3 Visión.....	24
1.4 Justificación del proyecto.....	24
1.5 Definición del problema.....	28
1.6 Objetivos generales y específicos.....	35
1.6.1 Objetivo general.....	35
1.6.2 Objetivos específicos.....	35
1.7 Alcance y limitaciones.....	36
1.7.1 Alcance.....	36
1.7.2 Limitaciones.....	37
1.8 Cronograma de actividades.....	37

CAPÍTULO II.....	39
MARCO TEÓRICO	39
2.1 Telefonía móvil.....	40
2.1.1 Funcionamiento general de un sistema telefonía móvil.	42
2.1.2 Elementos generales de un sistema telefonía móvil.	51
2.2 Tecnologías móviles.....	52
2.2.1 GSM.....	54
2.2.2 UMTS 3G.....	60
2.2.3 LTE 4G.....	61
2.3 UMTS Universal Mobile Telecommunications System.....	66
2.3.1 Conceptos generales UMTS.	66
2.3.2 Arquitectura de la red móvil UMTS.....	71
2.3.2.1 Red de acceso de radio UTRAN.	73
2.3.2.2 Interface Uu.....	74
2.3.2.3 Equipo de usuario UE.	74
2.3.2.4 <i>NodeB</i>	75
2.3.2.5 Radio base móvil COW.....	78
2.3.2.6 RNC (Radio Network Controller).	79
2.3.2.7 Red CORE.	80
2.3.2.8 Interfaces UTRAN.	81
2.3.3 Estándares telecomunicaciones móviles UMTS.	82
2.4 Gestión operativa UMTS	87
2.4.1 Puesta en operación <i>NodeB</i> 3G.	90
2.4.2 Configuración 3G.....	90
CAPÍTULO III.	92
MARCO METODOLÓGICO.....	92
3.1 Tipo y enfoque de la investigación.....	93
3.2 Fuentes y sujetos de información.....	95

3.2.1 Sujetos.....	96
3.2.2 Fuentes primarias.....	96
3.2.3 Fuentes secundarias.....	97
3.3 Técnicas e Instrumentos para recolección de Información.....	97
3.4 Variables de la investigación.....	99
3.5 Diseño de la investigación.....	100
3.5.1 Matriz coherencia.....	102
CAPÍTULO IV.....	104
DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	104
4.1 Diagnóstico de percepción.....	105
4.2 Diagnóstico operativo organizacional.....	109
4.3 Diagnóstico técnico.....	133
4.4 Conclusión del diagnóstico.....	139
CAPÍTULO V.....	141
PROPUESTA DEL PROYECTO.....	141
5.1 Modelo de proceso para el desarrollo de <i>scripts</i>	143
5.1.1 Proceso optimizado.....	143
5.1.2 Fases del proceso.....	146
5.1.3 Roles y perfiles de usuario.....	152
5.1.4 Políticas de seguridad.....	156
5.2 Diseño sistema de elaboración <i>scripts</i>	157
5.2.1 Estandarización de <i>scripts</i>	157
5.2.2 Estructura del sistema.....	165
5.2.3 Arquitectura del sistema.....	170
5.3 Plan de implementación.....	174
CAPÍTULO VI.....	181

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DEL PROYECTO.....	181
6.1 Conclusiones.....	182
6.2 Recomendaciones.....	185
7 BIBLIOGRAFÍA.....	187
8 APÉNDICES	192
8.1 Apéndice 1 Entrevista	192

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1:</i> Esquema Diagrama Causa-Efectos	32
<i>Figura 2:</i> Encuesta de tiempo laboral utilizado para labores diarias O&M.....	34
<i>Figura 3.</i> Movilidad en llamada.....	44
<i>Figura 4.</i> Movilidad modo Idle	44
<i>Figura 5.</i> Celdas de un sistema celular	48
<i>Figura 6.</i> Interferencia cocanal.....	49
<i>Figura 7</i> Representación del área de cobertura de una red móvil	50
<i>Figura 8.</i> Generaciones móviles	53
<i>Figura 9.</i> Subsistema BSS	56
<i>Figura 10.</i> Subsistema NSS.....	57
<i>Figura 11.</i> Subsistema NMS.....	58
<i>Figura 12.</i> Red GSM 2.5.....	59
<i>Figura 13.</i> Arquitectura LTE	62
<i>Figura 14.</i> Interfaces LTE	64
<i>Figura 15.</i> User Plane LTE.....	65
<i>Figura 16.</i> Plano control LTE	65
<i>Figura 17.</i> Comparativo 3G, LTE	66
<i>Figura 18.</i> Arquitectura WCDMA	68
<i>Figura 19.</i> Técnica acceso WCDMA.....	69
<i>Figura 20.</i> Mapeo canales WCDMA	70

<i>Figura 21</i> Arquitectura de UMTS.....	72
<i>Figura 22</i> Interfaces de red UTRAN.....	81
<i>Figura 23</i> Evolución Releases 3GPP.....	86
<i>Figura 24.</i> Miembros asociados 3GPP.....	87
<i>Figura 25.</i> Arquitectura red 3G ICE.....	88
<i>Figura 26.</i> Gestor U2000.....	89
<i>Figura 27.</i> Etapas proyecto.....	100
<i>Figura 28.</i> Diagrama proceso de integraciones 3G.....	110
<i>Figura 29.</i> Etapa # 1.....	111
<i>Figura 30.</i> Ficha técnica 3G 2100Mhz.....	112
<i>Figura 31.</i> Proyección cobertura.....	113
<i>Figura 32.</i> Celdas vecinas.....	114
<i>Figura 33.</i> Hardware requerido.....	114
<i>Figura 34.</i> IP Planning.....	115
<i>Figura 35.</i> Hardware en sitio 3G completo.....	117
<i>Figura 36.</i> Instalación RRU y Antenna.....	117
<i>Figura 37.</i> Bastidor 3G.....	118
<i>Figura 38.</i> Etapa 2.....	119
<i>Figura 39.</i> Distribución NodeB por RNC.....	121
<i>Figura 40.</i> Análisis tarjeta SPU.....	122
<i>Figura 41.</i> Subsistemas RNC.....	123
<i>Figura 42.</i> Tarjetas RNC.....	124
<i>Figura 43.</i> Ejemplo script RNC.....	125
<i>Figura 44.</i> Ejemplo Script NodeB.....	126
<i>Figura 45.</i> Etapa # 3.....	127
<i>Figura 46.</i> Ejecución Script en RNC.....	128
<i>Figura 47.</i> Ejecución script NodeB.....	129
<i>Figura 48.</i> Actualizar licencia NodeB.....	130
<i>Figura 49.</i> Etapa 5.....	131

<i>Figura 50.</i> Drive Test 3G	132
<i>Figura 51.</i> Conectividad OMC-R.....	134
<i>Figura 52.</i> Proceso elaboración scripts optimizado.....	144
<i>Figura 53.</i> Proceso actual.....	144
<i>Figura 54.</i> Fases proceso optimizado	147
<i>Figura 55.</i> Perfiles, roles y usuarios.....	156
<i>Figura 56.</i> Estructura estándar script.	159
<i>Figura 57.</i> Protocolos IuB.....	160
<i>Figura 58.</i> Capa transporte	160
<i>Figura 59.</i> Protocolos IuCs.....	161
<i>Figura 60.</i> Protocolos IuPs.....	162
<i>Figura 61.</i> Capa control y señalización	162
<i>Figura 62.</i> Protocolos Uu.....	163
<i>Figura 63.</i> Líneas de comando RF.....	164
<i>Figura 64.</i> Login usuario	167
<i>Figura 65.</i> Interface gestión RNC6900.....	168
<i>Figura 66.</i> Interface gestión RNC6910.....	169
<i>Figura 67.</i> Código script.....	170
<i>Figura 68.</i> VPN	172
<i>Figura 69.</i> Arquitectura aplicativo OMC-R.....	173
<i>Figura 70.</i> Diagrama cascada	180

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1. <i>Cronograma de actividades</i>	38
Tabla 2. <i>Configuraciones posibles NodeB 3G</i>	91
Tabla 3. <i>Marco Investigación</i>	93
Tabla 4. <i>Sujetos de Información</i>	96
Tabla 5. <i>Ejemplo definición variable</i>	100
Tabla 6. <i>Matriz coherencia</i>	103
Tabla 7. <i>Sistemas Operativos</i>	135
Tabla 8. <i>Características servidor</i>	166
Tabla 9. <i>Características técnicas servidor local</i>	171
Tabla 10. <i>Características técnicas PC portátiles</i>	174
Tabla 11. <i>Características técnicas PC escritorio</i>	174
Tabla 12. <i>Plan implementación aplicativo</i>	179

CARTA AUTORIZACIÓN PROYECTO



10-11-2017

Ing. Yenory Rojas Hernández, Ph.D.
Directora de carrera Ing. Informática
Universidad Hispanoamericana

Asunto: Autorización para proyecto de Graduación.

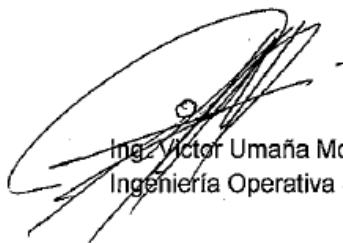
Estimada Señora.

Me dirijo a usted con la finalidad de hacer de su conocimiento que el señor HENRY HIDALGO BARRIENTOS portador de la cédula de identidad 2-0572 -0625, colaborador del Instituto Costarricense de Electricidad y estudiante de la Universidad Hispanoamericana a la cuál usted representa, cuenta con todo el apoyo para realizar su proyecto de graduación en nuestra institución.

Dicho proyecto, consiste en la creación de una propuesta de optimización y automatización del proceso de elaboración de scripts para la integración y puesta en operación comercial de radio bases móviles, lo anterior con el fin de mejorar la eficiencia y eficacia del proceso actual. Este proyecto se considera de sumo interés para nuestro departamento debido a los grandes beneficios que pueda aportar.

Quedo a su disposición para cualquier información requerida.

Atentamente



Ing. Victor Umaña Montoya
Ingeniería Operativa SI

DECLARACIÓN JURADA

DECLARACIÓN JURADA

Yo Henry Hidalgo Barrientos, mayor de edad, portador de la cédula de identidad número 2-0572-0625 egresado de la carrera de Ingeniería Informática de la Universidad Hispanoamericana, hago constar por medio de éste acto y debidamente apercibido y entendido de las penas y consecuencias con las que se castiga en el Código Penal el delito de perjurio, ante quienes se constituyen en el Tribunal Examinador de mi trabajo de tesis para optar por el título de Bachillerato en Ingeniería Informática, juro solemnemente que mi trabajo de investigación titulado: "Propuesta de optimización y automatización del proceso de elaboración de scripts para la integración y puesta en operación comercial de radio bases móviles 3G en el instituto costarricense de electricidad", es una obra original que ha respetado todo lo preceptuado por las Leyes Penales, así como la Ley de Derecho de Autor y Derecho Conexos número 6683 del 14 de octubre de 1982 y sus reformas, publicada en la Gaceta número 226 del 25 de noviembre de 1982; incluyendo el numeral 70 de dicha ley que advierte; artículo 70. Es permitido citar a un autor, transcribiendo los pasajes pertinentes siempre que éstos no sean tantos y seguidos, que puedan considerarse como una producción simulada y sustancial, que redunde en perjuicio del autor de la obra original. Asimismo, quedo advertido que la Universidad se reserva el derecho de protocolizar este documento ante Notario Público.

En fe de lo anterior, firmo en la ciudad de San José, a los diecinueve días del mes de Julio del año dos mil dieciocho.



Firma del estudiante

Cédula: 205720625

CARTA APROBACIÓN TUTOR

Llorente, 20 de Julio del 2018

Ing. Marylin Arias Soto.
Carrera Ingeniería Informática
Universidad Hispanoamericana

Estimado señor:

El estudiante Henry Hidalgo Barrientos, cédula de identidad número 2-0572-0625, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN Y AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE SCRIPTS PARA LA INTEGRACIÓN Y PUESTA EN OPERACIÓN COMERCIAL DE RADIO BASES MÓVILES 3G EN EL INSTITUTO COSTARRICENSE DE ELECTRICIDAD, el cual ha elaborado para optar por el grado académico de Bachillerato.


En mi calidad de tutor, he verificado que se han hecho las correcciones indicadas durante el proceso de tutoría y he evaluado los aspectos relativos a la elaboración del *problema*, objetivos, justificación; antecedentes, marco teórico, marco metodológico, tabulación, análisis de datos; conclusiones y recomendaciones.

De los resultados obtenidos por el postulante, se obtiene la siguiente calificación:

a)	ORIGINAL DEL TEMA	10%	9
b)	CUMPLIMIENTO DE ENTREGA DE AVANCES	20%	20
C)	COHERENCIA ENTRE LOS OBJETIVOS, LOS INSTRUMENTOS APLICADOS Y LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACION	30%	27
d)	RELEVANCIA DE LAS CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	20%	17
e)	CALIDAD, DETALLE DEL MARCO TEORICO	20%	17
	TOTAL		90

En virtud de la calificación obtenida, se avala el traslado al proceso de lectura.

Atentamente,


Ing. José Roberto Santamaría Sandoval MGP
Cédula identidad N 1-1178-0664
Carné Colegio Profesional N IE-15830.

CARTA APROBACIÓN LECTOR



CARTA DEL LECTOR

Cartago, 17 de abril de 2018

Señora Marilyn Arias Soto
Directora Ingeniería Informática
Universidad Hispanoamericana

Estimada Señora:

Por este medio le informo, que el estudiante Henry Hidalgo Barrientos, cédula de identidad 205720625, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado *"PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN Y AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE SCRIPTS PARA LA INTEGRACIÓN Y PUESTA EN OPERACIÓN COMERCIAL DE RADIO BASES MÓVILES 3G EN EL INSTITUTO COSTARRICENSE DE ELECTRICIDAD."*, el cual ha elaborado para optar por el grado de Bachillerato en Ingeniería Informática.

He revisado y he hecho las observaciones relativas al contenido analizado, particularmente, lo relativo a la coherencia entre el marco teórico y el análisis de datos; la consistencia de los datos recopilados y la coherencia de éstos y las conclusiones; asimismo, la aplicabilidad y originalidad de las recomendaciones, en términos de aporte de la investigación. He verificado que se han hecho las modificaciones correspondientes a las observaciones indicadas.

Por consiguiente, este trabajo cuenta con mi aval para ser presentado en la defensa pública.

Atentamente,


José Agustín Francesa Alfaro
Cédula 1-1347-0859

CARTA REVISIÓN FILOLÓGICA

LICDA. ELVIA FERNÁNDEZ MORALES
 FILÓLOGA UCR
 SAN RAMÓN, ALAJUELA TEL. 2-456 0313; 8-825- 3794
 C.2312338 COL. LIC. Y PROF; EMAIL etviafdz@gmail.com

CONSTANCIA DE REVISIÓN FILOLÓGICA DE TESIS

La suscrita, Licenciada en Filología Española ELVIA FERNÁNDEZ MORALES, hace constar que efectuó la revisión filológica del documento denominado, **PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN Y AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE SCRIPTS PARA LA INTEGRACIÓN Y PUESTA EN OPERACIÓN COMERCIAL DE RADIO BASES MÓVILES 3G EN EL INSTITUTO COSTARRICENSE DE ELECTRICIDAD**. Este consiste en un INFORME DE PROYECTO PARA OPTAR POR EL GRADO ACADÉMICO DE BACHILLERATO UNIVERSITARIO DE LA UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA, ESCUELA DE INGENIERÍA INFORMÁTICA. El postulante es HENRY HIDALGO BARRIENTOS.

Al respecto, indica que luego de efectuadas las correcciones necesarias, dicho documento se encuentra listo para su presentación y disertación, pues se ajusta a las normas gramaticales y ortográficas establecidas por la Ortografía RAE (2010) y a la modalidad de discurso, correspondiente a su especialidad. Asimismo, cumple con las indicaciones dadas por la Universidad Hispanoamericana.

Dado en San Ramón, Alajuela, Costa Rica, el veintisiete de setiembre de dos mil dieciocho, a solicitud de la persona interesada y para los efectos administrativos pertinentes.




 Licda. Elvia Fernández Morales

DEDICATORIA

Dedico la presente tesina a los seres que más amo en este mundo y quienes me han inspirado durante tanto tiempo para poder cumplir este proyecto; ellos son mi esposa, Ingrid Molina Salamanca, a la cual le debo todo su apoyo incondicional y a mis bellos hijos, Josué Hidalgo Molina y Arianna Hidalgo Molina, quienes son mi fuerza para seguir adelante.

AGRADECIMIENTOS

Mi agradecimiento es primeramente a Dios por darme fortaleza y entendimiento a través de mi carrera profesional. Además a mi esposa e hijos por la comprensión, el apoyo brindados antes y durante mis estudios. También quiero agradecer a las personas que me ayudaron durante todo mi proceso de aprendizaje, profesores, compañeros, centros de educación ya que permitieron mi desarrollo profesional.

ABREVIATURAS

1G Primera Generación

2G Segunda Generación

3G Tercera Generación

3GPP Third Generation Partnership Project

ICE Instituto Costarricense Electricidad.

AM Amplitude Modulation

ARFCN Absolute Radio-frequency Channel Number

BSS Base Station Subsystem

BTS Base Transceiver Station

CDMA Code Division Multiple Access

FDD Frequency Division Duplex

FDMA Frequency Division Multiple Access

FSK Frequency Shift Keying

GSM Global System for Mobile Communications

IT Initial Tuning

MS Mobile Station

MSC Mobile Switching Center

NSS Network and Switching Subsystem

PSTN Public Switching Telecommunications Network

QAM Quadrature Amplitude Modulation

RF Radio Frecuencia

RNC Radio Network Controller

NODEB Radio base 3G.

ENODEB Radio Base LTE 4G.

FTP Servidor file transfer protocol

RNS Radio Network subsystem

RSCP Received Signal Code Power

SIM Subscriber Identity Module

TDD Time Division Duplex

TDMA Time Division Multiple Access

UARFCN Absolute Radio Frequency Channel Number

UE User Equipment

UMTS Universal Mobile Telecommunications System

UTRAN UMTS Terrestrial Radio Access Network

WCDMA Wideband Code Division Multiple Access

OMC-R Centro operación y mantenimiento radio bases.

INTRODUCCIÓN

El presente proyecto contempla el diseño y elaboración de una herramienta que permita automatizar y agilizar el proceso actual de elaboración de los *scripts* necesarios para la configuración y puesta en operación comercial de radio bases móviles 3G en el Instituto Costarricense de Electricidad.

En los tres primeros capítulos se denotará cuál es la problemática de este proyecto, así como los alcances, las limitaciones y los objetivos que pretenden cumplir en el claro desenvolvimiento del proyecto como tal.

Posterior a esto, el capítulo cuatro trata acerca de los resultados tanto de campo como estudios de laboratorio, por los cuales se culmina el proyecto y permiten determinar las conclusiones del trabajo, con base en datos técnicos, experimentos, mediciones, entre otros, que permitan formular recomendaciones de la aplicación del tema desarrollado.

CAPÍTULO I

ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

1.1 Marco de referencia empresarial y contextual

El Instituto Costarricense de Electricidad se crea un 08 abril del 1949 mediante decreto de Ley No 449 (1949), por medio de este decreto se aseguraría el aprovechamiento de los recursos hídricos con que cuenta nuestro país de manera eficiente y responsable. Esta institución tendría como propósito llevar el desarrollo eléctrico a todas las regiones de nuestra nación. Cada costarricense podría disfrutar de las ventajas del progreso tecnológico sin importar su condición económica.

Asimismo, el ICE, se creó como una institución autónoma encargada del desarrollo de las fuentes productoras de energía eléctrica del país. Posteriormente por medio de la Ley No 3226 (1963), la Asamblea Legislativa le confirió un nuevo objetivo: el establecimiento, mejoramiento, extensión y operación de los servicios de comunicaciones telefónicas, radiotelegráficas y radiotelefónicas en el territorio nacional. Tres años más tarde, instaló las primeras centrales telefónicas automáticas y, a partir de entonces, las telecomunicaciones iniciaron su desarrollo (Grupo ICE, 2017).

En el área de la energía eléctrica ha desarrollado fuentes generadoras de energía con su respectiva red de distribución para proveer el servicio eléctrico de calidad en el territorio costarricense y al mismo tiempo, respetar la conservación de los recursos naturales e hídricos de nuestro país. En el campo eléctrico el ICE se encarga de brindar soluciones residenciales, soluciones empresariales (servicios de baja y alta tensión) y soluciones universales (servicio de alumbrado público).

En cuanto a las telecomunicaciones el ICE se ha encargado de realizar las inversiones de los sistemas necesarios para dar soluciones diversificadas en Costa Rica, incluyendo telefonía fija, soluciones empresariales, soluciones universales (telefonía pública, internet público, tarjetas telefónicas) y telefonía móvil mediante planes de servicios, en modalidad prepago, pos pago, internet móvil, mensajería y servicios internacionales entre otros (Grupo ICE, 2017).

Desde sus inicios instaló las redes de telefonía convencional manuales que con el paso del tiempo y con el desarrollo de nuevas tecnologías fueron actualizadas para brindar servicios competitivos como es el caso de la red de tercera generación 3G y cuarta generación móvil 4G LTE, que no brinda solo telefonía de voz, si no también acceso a internet, videollamadas, mensajes de texto con anchos de banda superiores a las tecnologías 2G. El Instituto Costarricense de Electricidad está dividido en 2 grandes áreas:

El área de Electricidad, está se encarga de la producción y venta de energía en lo largo y ancho del país, mientras que el área de Telecomunicaciones está estructurada por 6 grandes divisiones que son:

División Innovación y Estrategia del Negocio, División Mercadeo, División Comercial, División Infraestructura, Gestión Empresarial y División Gestión de Red y Mantenimiento (Grupo ICE, 2017).

El proyecto se enfocará en la División Gestión de Red y Mantenimiento GRM, propiamente en la Sub Dirección Ingeniería Operativa donde se encuentra el departamento llamado OMC-R (Centro Operación y Mantenimiento de Radio Bases) quienes son los responsables a nivel de todo el ICE de realizar la configuración y puesta en operación comercial de las diferentes radio bases móviles 3G de la red celular.

Actualmente el OMC-R aparte de realizar el proceso de puesta en operación comercial de Radio bases móviles también posee múltiples tareas enfocadas a la Operación y Mantenimiento de la Red Celular, Optimización de sitios, verificación de alarmas, realización de rutinas de mantenimiento en los equipos de la red, análisis estadístico de KPIs para los diferentes elementos de red, soporte a personal de campo en atención de averías entre otras tareas asignadas como parte del proceso de O&M (Operación y Mantenimiento).

El OMC-R es un departamento estratégico en la institución ya que son los responsables del O&M (Operación y Mantenimiento) como de la implementación de radio bases móviles en la red celular lo que permite que la red móvil sea dinámica, buscando con ello mejorar la experiencia de los clientes, expandir y mejorar la señal celular para brindar mayores y mejores servicios en la red a lo largo del país, esto beneficia a la institución tanto en aspectos económicos como de imagen frente a la competencia.

En la publicación Estadísticas del Sector Telecomunicaciones, (SUTEL, 2016) se indica lo siguiente:

“La telefonía móvil (no incluye Internet móvil) continúa siendo el servicio que más genera ingresos al sector de las telecomunicaciones, ya que los ciudadanos se comunican cada vez más por este medio. El servicio registra un incremento del 11 % en el número de suscripciones totales, al pasar de 7 535 599 en 2015 a 8 330 064 en el 2016”.

Basado en que para la Institución la forma de obtener mayores ingresos es incrementando su cantidad de clientes móviles es de suma importancia el poder expandir su red móvil de una forma ágil y lograr en el menor tiempo posible habilitar y colocar en operación comercial nuevas radio bases móviles, lo que logra conseguir que la empresa continúe compitiendo en el mercado de las telecomunicaciones.

1.2 Misión.

“El Instituto Costarricense de Electricidad es la corporación propiedad de los costarricenses, que ofrece soluciones de electricidad y telecomunicaciones, contribuyendo con el desarrollo económico, social y ambiental del país” (Grupo ICE, 2017).

1.3 Visión.

“Ser una Corporación líder, innovadora en los negocios de electricidad y telecomunicaciones en convergencia, enfocada en el cliente, rentable, eficiente, promotora del desarrollo y bienestar nacional, con presencia internacional” (Grupo ICE, 2017).

1.4 Justificación del proyecto

Este proyecto tiene como finalidad optimizar y automatizar el proceso de elaboración de *scripts* para la integración de radio bases móviles en el Instituto Costarricense de Electricidad.

El objetivo del proyecto es poder dotar al departamento OMC-R encargado de realizar dichas integraciones de una herramienta de software que permita automatizar y generar modelos genéricos de *scripts* dependiendo del tipo de configuración, características y tipo de Radio Base para disminuir considerablemente el tiempo actual que conlleva la elaboración de los requeridos para habilitar comercialmente una radio base móvil 3G y mejorar la cobertura celular a los clientes en el menor tiempo posible.

En este sentido, se indica que: “La mejora continua de procesos optimiza los procesos existentes, eliminando las operaciones que no aportan valor y reduciendo los errores o defectos de los procesos actuales” (Gestión por procesos 2005).

Asimismo se indica que: “Se considera una acción competitiva a todo movimiento directo, específico y directamente observable en el mercado, iniciada por una empresa para mejorar su posición en el mercado” (Chen, 1992).

El proyecto surge debido a que en el departamento OMC-R no existe una herramienta para realizar los diferentes *scripts* de una forma rápida y automatizada, estos son realizados con archivos txt, modificados uno por uno, dependiendo del tipo de configuración requerida, tecnología del sitio y complejidad del mismo; esto provoca que en la elaboración de los *scripts* para un sitio 3G, se tarde aproximadamente hasta 4 horas y en casos de configuraciones más robustas como integración de sitios MBTS (Multitecnología), este tiempo se incrementa considerablemente.

Para cada radio base 3G son requeridos 2 *scripts* de configuración diferentes, el primero contiene toda la configuración de parámetros lógicos y de señalización en RNC (Equipo controlador Radio Bases), el segundo *script* contiene la configuración de RF (Radio Frecuencia), incluyendo parámetros de señalización en interface de aire, configuración del hardware y configuraciones dedicadas a la calidad del servicio.

Los atrasos que puedan generarse por no poner en operación comercial una radio base móvil a tiempo, podrían significar multas a la empresa como se indica en el reglamento de la ley General de Telecomunicaciones (SUTEL, 2008):

“La Superintendencia de Telecomunicaciones SUTEL podrá solicitar todo tipo de reportes e información sobre las condiciones de calidad, con que se prestan los servicios de telecomunicaciones y estos deberán ser proporcionados en los plazos que razonablemente sean fijados de acuerdo a lo establecido en la Ley General de Telecomunicaciones, en caso de no presentar la información solicitada dentro de los periodos establecidos, se aplicaran la infracciones según corresponda”.

El OMC-R es el único departamento en todo el ICE que se encarga de la configuración y puesta en operación comercial de las radio bases móviles 3G; actualmente tiene una carga de trabajo importante ya que constantemente se instalan sitios nuevos en todo lo largo y ancho del país, esto producto de varios proyectos en desarrollo, que buscan mejorar la cobertura celular de la red móvil 2G, 3G y 4G (GL 1800Mhz, LTE 2600Mhz, Fonatel, entre otros) en promedio en el año 2017 se instalaron aproximadamente 225 Nodos nuevos de diferentes tecnologías y configuraciones.

Inicialmente el proyecto será enfocado en optimizar y automatizar el proceso de elaboración de *scripts* para la puesta en operación comercial de radio bases móviles de la red 3G debido a que esta tecnología es la que el ICE asumió al 100%, con respecto a las demás tecnologías, estas aún tienen soporte del proveedor Huawei; sin embargo, la idea del proyecto es poder replicarlo al resto de tecnologías una vez sean 100% responsabilidad del ICE.

Cabe destacar que: “El ICE continúa siendo el operador con mayor cantidad de suscriptores, más de 4 millones, aunque en cinco años su cuota de mercado disminuyó de 73% a 53%; pero dispone hoy día de más medio millón de clientes adicionales, pues el mercado ha crecido” (SUTEL, 2016).

Como beneficios adicionales que justifican el proyecto son:

1. Lograr el cumplimiento de los tiempos establecidos a nivel contractual con la atención de averías e integración de radio bases móviles.
2. Oportunidad económica de recibir mayores ingresos al ofrecer a los clientes móviles cobertura y servicios agregados en un menor tiempo, con respecto a la competencia.
3. Automatización del proceso lo que permite reducir posibles errores humanos al realizar manualmente tantos cambios en los parámetros requeridos para la integración de una radio base móvil.

La competitividad de la empresa no solo depende de sus costes sino de su capacidad de innovación y mejora, de su flexibilidad y capacidad de adaptación, del cumplimiento de los plazos de entrega, de la calidad percibida y de la fidelidad de sus clientes como expresión de su satisfacción (Pérez, 2004, p.132).

1.5 Definición del problema

Actualmente el Instituto Costarricense de Electricidad cuenta con un sistema de administración de red utilizado para la gestión y configuración de Radio bases móviles llamado U2000 tanto para tecnologías 2G, 3G y 4G el cual tiene la función de gestionar todos los procesos, administrar *scripts* de configuración, indicadores de desempeño (KPI), usuarios, elementos de red y herramientas administrativas de toda la plataforma, este gestor U2000 es utilizado por personal del OMC-R (Centro de Operación y Mantenimiento de Radio Bases) del Instituto Costarricense de Electricidad ICE para cargar y ejecutar los *scripts* de configuración requeridos para la puesta en operación comercial de Radio bases móviles 3G.

No obstante se presentan atrasos y altos tiempos de duración en la elaboración de dichos *scripts* de configuración debido a que actualmente se modifican de manera individual ya que cada uno es diferente dependiendo del tipo, modelo y características de la radio base a instalar, lo que provoca que el proceso se extienda.

Al respecto, Pérez (2004), explica de una forma sencilla la definición de proceso como: “Una secuencia ordenada de actividades repetitivas cuyo producto tiene valor para su usuario o cliente...”.

Hammer y Champy (1994) se refieren a la reingeniería de procesos como “una revisión fundamental y rediseño radical, para alcanzar mejoras espectaculares en

medidas críticas y contemporáneas de rendimiento, tales como costos, calidad, servicio y rapidez” (p: 34).

Para que una Radio base móvil 3G entre en funcionamiento se requieren de 2 *scripts* de configuración, uno se carga en la RNC (Controladora de radio Bases) y el otro se debe cargar en el NodeB por medio de un servidor FTP, este *script* de NodeB y RNC son diferentes para cada Radio Base, dependiendo del modelo de RNC (RNC6900 o RNC6910), características, frecuencias, cantidad de sectores y celdas por sector.

Pasos para realizar script de configuración para RNC:

1. Se recibe ficha técnica del sitio a integrar.
2. Se recibe el IP Planning con información del direccionamiento IP asignado al EnodeB.
3. Se hace un análisis de KPIs a nivel de tarjetas SPU y GOU en la RNC para obtener direccionamientos, parámetros de señalización y control de las tarjetas que se encargaran de la señalización y sincronía del nodo.
4. Se busca un script que sea de la misma RNC (Controladora de radio bases) y que contenga las mismas características del sitio requerido (cantidad de sectores, celdas, frecuencias entre otros) y se abre el archivo en formato .txt.

5. Se modifica manualmente cada uno de los parámetros de señalización, control, Radio Frecuencia, direccionamiento IP, parámetros de calidad, *handover* entre otros.
6. Se ejecuta el script de configuración en la RNC por medio del gestor U2000 en la opción Device Maintenance.
7. Se ejecutan scripts de vecinas de RNC.

Pasos para realizar script de configuración para NodeB 3G:

1. Basados en el IP Planning con el direccionamiento asignado para el NodeB, se debe enviar al personal de campo 3 líneas de comando iniciales para establecer gestión sobre el nodo (OMCH, IPRT y DEVIP).
2. Una vez el nodo ya este alcanzable desde el gestor y las pruebas de ping sean exitosas se continua con la realización del script.
3. Se descarga un backup de un NodeB que este en la misma RNC y que su configuración sea similar, se modifican los diferentes parámetros de configuración, parámetros de RF, direccionamiento IP, Hardware, señalización, parámetros de calidad, *handover* entre otros.
4. Se sube el *script* a un servidor FTP.
5. Por medio de comandos desde el NodeB se le indica que ejecute el script de configuración previamente almacenado en el servidor FTP.
6. Terminado este proceso y el NodeB esté listo con la configuración deseada se procede a realizar configuraciones de RETs, Hardware, tarjetas y revisión de parámetros en el NodeB.

7. Se carga licencia a través del gestor U2000.
8. Se corren scripts de celdas vecinas en el NodeB.
9. Se desbloquean las celdas y se pone en operación comercial.
10. Se envía información a las partes involucradas.

El objetivo principal del proyecto es optimizar y mejorar los tiempos requeridos para elaborar los *scripts* de configuración necesarios para poner en operación comercial radio bases móviles.

Por medio de una plataforma tecnológica que automatice este proceso y que permita generar modelos genéricos de *scripts* para las diferentes configuraciones, será posible disminuir la gran cantidad de pasos necesarios para poner en operación comercial actualmente un NodeB, lo que permitirá al ICE ser más eficiente y poder brindar servicios a sus clientes en menor tiempo, mejorando la imagen y las finanzas de la empresa.

“Desde una perspectiva global, actual y futura de la empresa, debemos fijar objetivos y medir resultados en el área financiera, en clientes, en las personas, en los procesos internos y en la innovación tanto de procesos como de productos” (Pérez, 2004, p.132).

Esta innovación de procesos le permite a la empresa continuar a la vanguardia de servicios en un mercado sumamente competitivo debido a la apertura en telecomunicaciones.

Dicha situación se ve resumida en la figura 1, con un diagrama de causas y efectos.

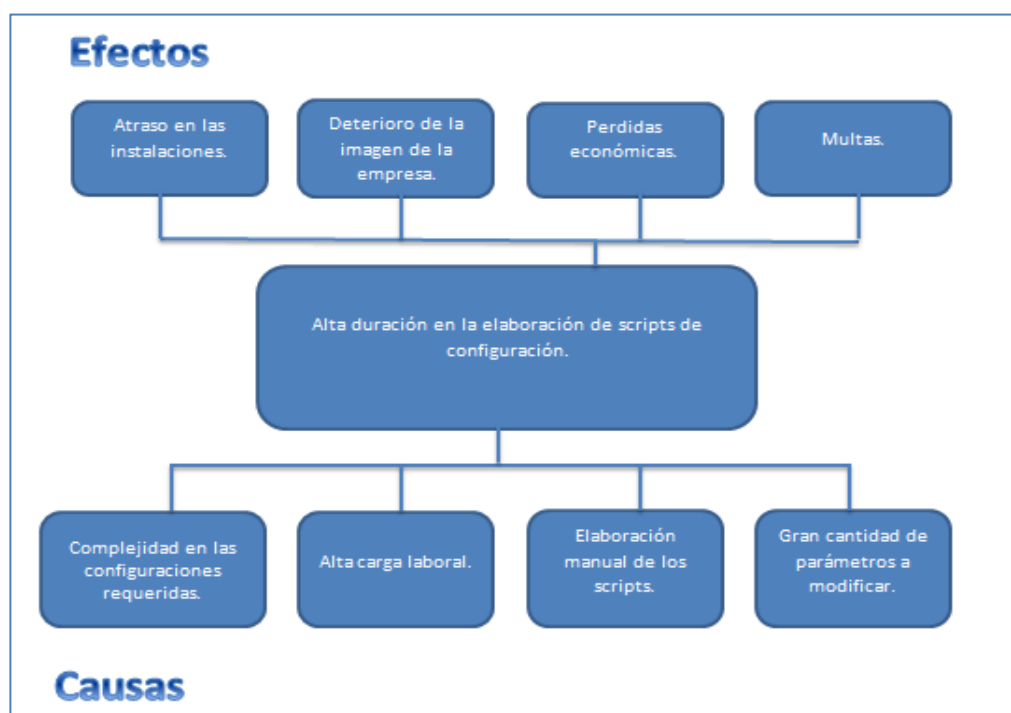


Figura 1: Esquema Diagrama Causa-Efectos

Fuente: Elaboración propia.

En definitiva, se puede concluir que el alto tiempo que conlleva realizar los *scripts* de configuración para la puesta en operación comercial de radio bases móviles podría disminuirse con una herramienta de soporte tecnológico que permita la realización de las actividades operativas del proceso de forma automatizada.

Esto ayudaría al departamento a ser más eficiente y productivo a su vez la institución se verá beneficiada porque gran cantidad de radio bases móviles podrán entrar en operación comercial en un menor tiempo, permitiendo recibir mayores ganancias económicas, mejorar la imagen de la empresa y aumentar la cantidad de clientes móviles.

“Todo aquello que es repetitivo en su ejecución puede ser sistematizado para hacerlo de manera más eficiente y eficaz” (Pérez, 2004, p.35).

En un artículo publicado por Santiago Iñiguez Mallol indica lo siguiente:

“La empresa contemporánea está en plena guerra por la supervivencia y el beneficio. El objetivo a conseguir es la mejora de productividad y la optimización de los costes. Uno de los caminos en la mejora de ambos factores es la automatización de los procesos”.

La siguiente imagen, muestra los resultados de una encuesta realizada a todo el personal del OMC-R compuesto por 6 personas, donde se especifica la cantidad de tiempo que actualmente conlleva realizar las diferentes tareas asignadas al departamento.

El 100% del personal coincide en que la labor que más tiempo consume en el horario laboral es la elaboración de *scripts* para la integración de radio bases

móviles, aproximadamente un 40% del tiempo efectivo se dedica a esta tarea, para las demás labores se les dedica menos tiempo del requerido; sin embargo, estas otras tareas son de gran importancia por ser labores operativas y que maximizan el desempeño de la red.

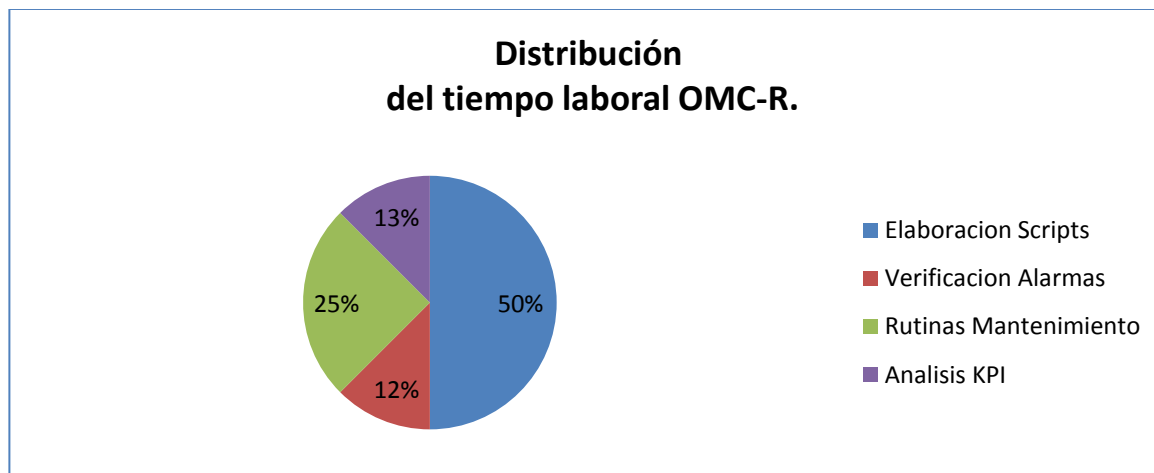


Figura 2: Encuesta de tiempo laboral utilizado para labores diarias O&M.

Fuente: Elaboración propia.

1.6 Objetivos generales y específicos

1.6.1 Objetivo general.

Proponer la optimización y automatización por medio de un aplicativo informático del proceso de elaboración de *scripts* de configuración requeridos para la integración y puesta en operación comercial de radio bases móviles 3G en el Instituto Costarricense de Electricidad.

1.6.2 Objetivos específicos.

1. Identificar las brechas operativas en el proceso de generación de *scripts* para la integración de radio bases móviles 3G al sistema gestor conforme a mejores prácticas del mercado y en comparación con procesos optimizados.
2. Modelar el proceso optimizado para la elaboración de *scripts* de configuración para la puesta en operación comercial de radio bases móviles 3G.
3. Diseñar y estandarizar los *scripts* requeridos para la puesta en operación comercial de radio bases móviles 3G, de acuerdo a recomendaciones y estándares utilizados tanto por personal del área como por el proveedor Huawei.

4. Establecer el método de implementación por medio de un plan piloto para poner en funcionamiento el sistema de elaboración de *scripts* de configuración para la puesta en operación comercial de radio bases móviles 3G.

1.7 Alcance y limitaciones

1.7.1 Alcance.

En este apartado se detallarán los entregables correspondientes a los objetivos que componen el proyecto, con una breve descripción de los mismos.

1. El primer entregable del proyecto consiste en realizar un análisis de las deficiencias y brechas operativas que posee el proceso actual de elaboración de *scripts* y realizar un diagnóstico comparativo con base en procesos optimizados.
2. El segundo entregable consiste en determinar los paradigmas, elementos y herramientas de programación que serán requeridas para el diseño del nuevo proceso optimizado, el entregable incluirá tanto la parte de codificación de componentes, estructura y diseño de interfaces gráficas.
3. El tercer entregable tiene como finalidad estandarizar el formato de los *scripts* obtenidos por el aplicativo y que son requeridos para la puesta en operación comercial de radio bases móviles 3G

4. El cuarto entregable, consistirá en la elaboración de un plan de implementación detallado que se utilizará para poner en funcionamiento el aplicativo propuesto y que permita elaborar de forma automatizada los *scripts* de configuración requeridos para la puesta en operación comercial de radio bases móviles 3G.

1.7.2 Limitaciones.

A pesar de que se elabore una herramienta para la optimización y automatización del proceso de elaboración de *scripts*, en esta etapa inicial del proyecto, solamente los *scripts* automatizados serán los de la tecnología 3G debido a que esta tecnología es la que el ICE tiene asumida al 100%; en una segunda versión, se replicará al resto de tecnologías 2G, 4G y configuraciones más complejas como sitios UL, GUL, GL (UMTS/LTE, GSM/UMTS/LTE, GSM/LTE), una vez que estas sean asumidas por el ICE en su totalidad.

1.8 Cronograma de actividades.

A continuación, se detalla el cronograma de actividades con una duración de 24 semanas comprendidas entre el 08 setiembre y el 28 febrero 2019 correspondientes a los distintos entregables que comprenden el proyecto:

Tabla 1. Cronograma de actividades

Actividad	Inicio	Fin
Entregable I		
Identificar las deficiencias y brechas operativas del proceso actual de generación de scripts en comparación con procesos optimizados.	10/9/2018	19/09/2018
Análisis y tabulación de la información recolectada. Redacción de entregable I.	20/9/2018	16/10/2018
Entregable II		
Desarrollo de matriz con la información de malas prácticas identificadas en el entregable I.	17/10/2018	09/11/2018
Modelar la propuesta optimizada del proceso para la elaboración de scripts.	10/11/2018	31/11/2018
Entregable III		
Creación y diseño de la propuesta del nuevo proceso optimizado para la elaboración de scripts.	01/12/2018	12/01/2019
Entregable IV		
Definición del método de implementación para el funcionamiento del sistema de elaboración scripts.	13/01/2018	28/02/2019

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

El presente capítulo denominado marco teórico buscará comprender la fundamentación teórica dentro de la cual se enmarcará el proyecto de investigación y que “consiste en desarrollar el conjunto de conceptos, definiciones e hipótesis que se han seleccionado para relacionarlos con los datos del problema a investigar” (Proyectos y tesis, 2013).

Este capítulo busca guiar al lector para que obtenga el conocimiento de definiciones y diferentes términos técnicos utilizados en telecomunicaciones y que serán aplicados en el proyecto de elaboración y puesta en operación comercial de radio bases móviles 3G para que dicho proyecto sea de fácil comprensión.

2.1 Telefonía móvil

La telefonía móvil es aquella forma de comunicación donde uno o más interlocutores participan en el intercambio de información mediante un acceso por vía radio, pero no solo eso; además, dicho interlocutor tiene la libertad de desplazarse durante la comunicación sobre el área de cobertura de dicho sistema de telefonía; esta movilidad es una de las características más importantes de una red celular, el sistema ha evolucionado en generaciones que serán detalladas más adelante del documento.

Esta libertad de movimiento del interlocutor, junto con la localización constante de este para poder recibir llamadas en cualquier momento, han sido las características esenciales que han hecho de la telefonía móvil un servicio tan popular y necesario en la actualidad.

Desde los inicios de las primeras generaciones de redes móviles siempre se ha ido avanzando en la optimización de los recursos, agilidad de procesos y mejoras en la conectividad entre las interfaces del sistema.

La telefonía celular surge en respuesta a un problema: la limitación del ancho de banda disponible para los servicios de telefonía móvil, el cual viene fijado por organismos internacionales y por la concesión otorgada por la administración a los operadores (Salmerón, 2010).

Los sistemas de telefonía móvil son operativos desde finales de los años setenta y principios de los ochenta, sin embargo no es hasta mediados de los años noventa, quince años después de su inicio que se da el incremento en el uso de los teléfonos móviles y es cuando se va incorporando poco a poco a la vida cotidiana.

La liberación de las telecomunicaciones impuesta por la Comunidad Económica Europea a mediados de los años noventa da lugar a la aparición de nuevos operadores que compiten por diversos mercados entre ellos: telefonía móvil, telefonía fija, TV por cable entre otros.

La tecnología avanza y los sistemas de telefonía móvil han ido mejorando con dispositivos cada vez más compactos y con mayor capacidad de procesamiento, memoria, funcionalidades y gran cantidad de aplicaciones por mencionar algunas.

La introducción de la tecnología digital y el abaratamiento de costes en los sistemas de comunicaciones móviles producidos a partir de principios de la década de los noventa están provocando cambios en la industria y en los hábitos de las personas (Sallent, 2003).

2.1.1 Funcionamiento general de un sistema telefonía móvil.

Los términos telefonía móvil, comunicaciones inalámbricas y telefonía celular significan lo mismo y su propósito es proveer de servicios de voz, datos, localización entre otros a la mayor cantidad de clientes de un servicio de telefonía móvil.

Estos sistemas permiten la comunicación telefónica entre usuarios en diferentes lugares geográficos y constituyen redes de comunicación que actualmente permiten cursar diferentes servicios en zonas amplias de cobertura, las cuales son determinadas por la cantidad de radio bases móviles con las que cuentan los proveedores del servicio pues la cobertura es una necesidad constante en los operadores móviles para poder expandir sus servicios a la mayor cantidad de clientes posibles.

El número, ubicación y configuración de estas estaciones base debe ser suficiente para proporcionar el servicio deseado en las zonas deseadas, la calidad deseada en las comunicaciones y la capacidad suficiente para el número de clientes que tenga el operador de red (Sallent, 2003).

Una de las principales funcionalidades de una red celular móvil, como su nombre lo indica, es brindar movilidad a sus usuarios y permitirle a este mantenerse siempre comunicado en la red, sea en una llamada en curso (modo conectado) o sin llamada (modo idle) ya que aunque el usuario no este cursando una comunicación el sistema debe poder permitirle realizar una llamada en cualquier momento o ser ubicable en cualquier región de la red.

El concepto de movilidad está cada día más extendido en las comunicaciones, esto supone una gran ventaja porque permite disponer del servicio en cualquier momento, en cualquier lugar y de forma mucho más personal (Salmerón, 2010).

Un usuario que mantenga una conversación (modo conectado) y se mueva a través de una zona de cobertura debe ser capaz de continuar de forma transparente su llamada, el sistema será responsable de brindar la movilidad requerida sin que la llamada se pierda.

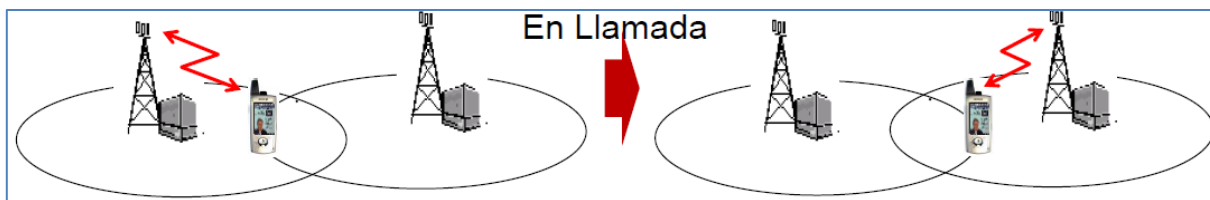


Figura 3. Movilidad en llamada.

Fuente: Elaboración propia.

Esta misma funcionalidad deber ser otorgada por la red al usuario en caso de que no esté cursando llamada alguna (modo idle), aun así el sistema conoce la ubicación del móvil.

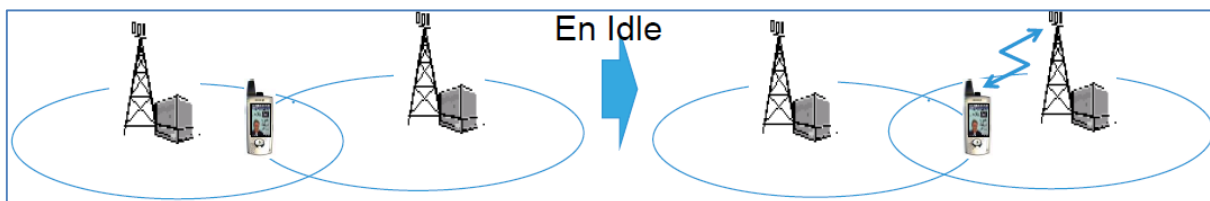


Figura 4. Movilidad modo Idle

Fuente: Elaboración propia.

La arquitectura de un sistema de telefonía celular, sin importar su tecnología debe permitir brindar diferentes servicios a sus clientes y estos deben tener la libertad de utilizarlos de forma transparente sin importar si el usuario va caminando, en automóvil o se encuentra estático en algún lugar.

En la actualidad, son muchos los proveedores de equipos de telefonía móvil para estaciones base, cada uno con sus características y peculiaridades, como capacidad, dimensiones, funcionalidades extra y sobre todo el precio de los mismos.

Al final la arquitectura de red y el estándar GSM y UMTS provoca que las diferencias entre un proveedor y otro sean escasas (Salmeron, 2010).

Entre los principales servicios que ofrecen las redes móviles se debe citar:

- 1- Telefonía de voz.
- 2- Envío de mensajes cortos SMS.
- 3- Acceso a datos.
- 4- Servicios multimedia.
- 5- Seguridad.
- 6- Cobertura

Telefonía de voz: se refiere a la facilidad que debe tener una red móvil para que un usuario desde su terminal pueda tener acceso a los recursos de red por medio de las antenas en las radio bases hasta el núcleo de la red y con ello establecer una llamada de voz.

Envío de mensajes cortos SMS: esta es una funcionalidad utilizada principalmente en las redes de primera y segunda generación (GSM) y que hoy en día aún se mantienen en las redes móviles más modernas; sin embargo, su uso es

ahora muy reducido con respecto a otros años. Consiste en poder enviar mensajes de texto desde un usuario a otro por medio de canales dedicados para este fin.

Acceso a datos: las redes móviles deben permitir el acceso a datos por medio de su plataforma, la velocidad de acceso está determinada por la tecnología de la red y la capacidad que tenga el móvil para procesar los recursos de la red móvil.

Servicios multimedia: estos servicios son proporcionados por la red dependiendo de la tecnología de la misma; entre ellos se pueden citar videollamadas y *streaming*.

Seguridad: se refiere a que los elementos de la red móvil deben brindar seguridad en las comunicaciones a los usuarios del sistema, por medio de autenticado y encriptado para proteger el carácter privado de las comunicaciones.

Cobertura: se entiende como el despliegue de una red móvil celular. En otras palabras es el territorio al que se pretende dar servicio por medio de una radio base móvil.

La ideología del funcionamiento de la telefonía móvil es la cobertura de una zona geográfica dividida en coberturas pequeñas denominadas celdas, las cuales cuentan con una cantidad y un número de canales o códigos específicos; debido a esto es que las redes móviles cuentan con gran cantidad de radio bases distribuidas, de

manera que se permitan reducir los niveles de potencia en cada una; esta reducción permite una mejor eficiencia del uso del espectro disponible para la transmisión de la señal.

Los sistemas móviles permiten el reuso de frecuencias ya que la cantidad de las mismas es reducida, sin embargo estas se configuran en las celdas de un área específica de forma que no se interfieran entre sí.

El reuso de frecuencia es una técnica que se usa en las redes de tecnología 2G ya que para las estaciones base asigna segmentos de frecuencia sobre la que se transmitirá, pues la utilización de determinada frecuencia sobre la misma área produce interferencia (Vílchez & García, 2010).

En la siguiente imagen se muestra un conjunto de celdas y se representan con letras el grupo de frecuencias usado en cada una. Por ejemplo todas las celdas con la letra "A" representa que transmiten en un grupo igual de frecuencias y como se puede observar no se repiten siempre existe una frecuencia diferente entre ellas.

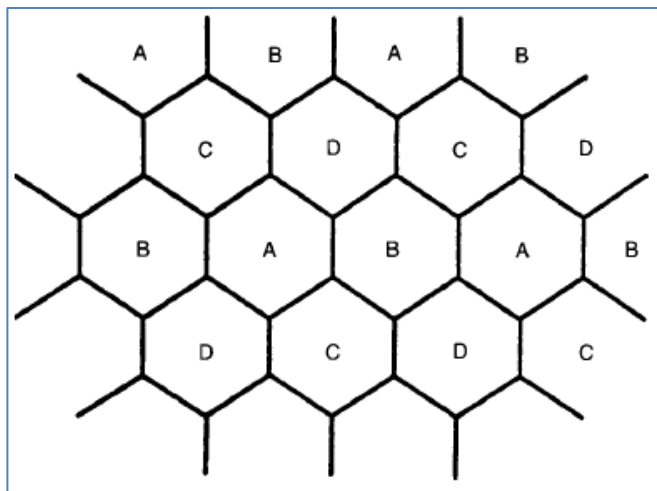


Figura 5. Celdas de un sistema celular

Fuente: Roger L. Freeman. 2205. Fundamentals of Telecommunications.

Una mala distribución de frecuencias en un sistema móvil, puede provocar interferencias que conllevan problemas de degradación en el área de cobertura.

Estas interferencias pueden ser de 2 tipos:

- **Interferencia cocanal:** es una interferencia que se presenta en la misma banda de frecuencias que la señal inicial.
- **Interferencia de canal adyacente:** este tipo de interferencia se presenta por una señal en una banda distinta a la frecuencia de la señal inicial.

Ambas interferencias son perjudiciales pero las más problemáticas son las cocanal ya que las de canal adyacente pueden eliminarse o reducirse con la propiedad de selección del transmisor.

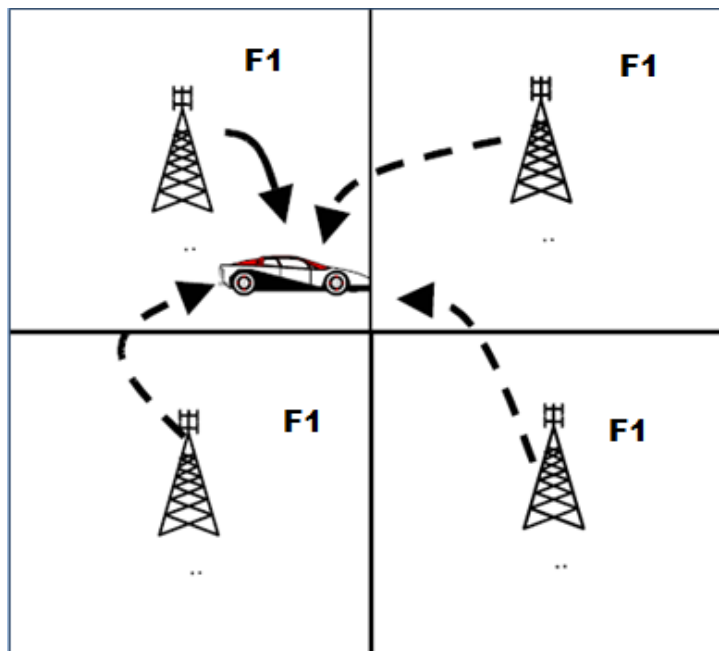


Figura 6. Interferencia cocanal.

Fuente: Elaboración propia.

La interferencia cocanal son señales interferentes que se presentan en la misma banda de frecuencia que la señal útil, con lo que resultan particularmente perjudiciales (Sallent, 2003).

Los sistemas de comunicaciones móviles celulares son, en términos generales, aquellos capaces de proporcionar servicios de telecomunicación sobre zonas geográficas extensas y con capacidad para mantener la continuidad de las comunicaciones mientras el usuario se va desplazando.

Para que una red móvil pueda brindar eficientemente todos los servicios de telecomunicación, esta debe tener una arquitectura robusta e incorporando una serie

de funcionalidades y procedimientos, cuyos principios de diseño se irán detallando a lo largo del presente proyecto.

La siguiente imagen detalla una estructura típica de red compuesta de radio bases móviles que permiten cubrir una zona de aproximadamente 35Km.

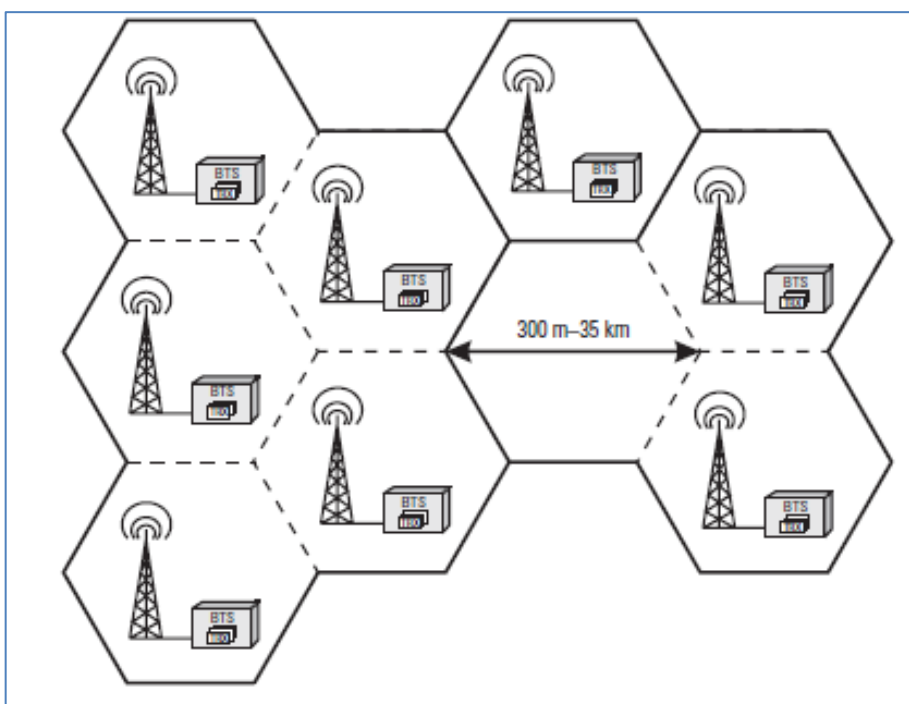


Figura 7 Representación del área de cobertura de una red móvil

Fuente: Heine, Gunnar. 1998. Network Protocols, Terminology and Implementation.

2.1.2 Elementos generales de un sistema telefonía móvil.

Un sistema de telefonía móvil sin importar su generación se caracteriza por tener elementos similares y que son de uso común para las diferentes tecnologías, entre los principales elementos a mencionar se encuentran:

Radio bases: su función es de brindar cobertura a los diferentes lugares por medio de las antenas y equipos móviles, se encargan de la calidad del servicio, asignación y propagación del espectro, relación entre celdas vecinas entre otros.

Como lo explica Salmerón (2010), la principal función que desempeñan las radio bases es el tratamiento de la señal radio que se transmite a través de las antenas. Es la encargada de la modulación de la señal así como controlar la potencia de emisión.

Red de CORE: se encarga de gestionar y controlar todas las funcionalidades, tarifación y señalización de todos los elementos de la red, este CORE es llamado el corazón de la red móvil.

El núcleo de red es el encargado de incorporar las funciones de conmutación y transmisión necesaria para poder establecer comunicación con el abonado deseado, el cuál puede o no pertenecer a la misma red (Vílchez & García, 2010).

Red de ACCESO: incluye tanto radio bases móviles como la parte controladora de acceso. Esta es una parte fundamental en una red móvil ya que es por donde los usuarios tienen acceso a la red y pueden disfrutar de los diferentes servicios ofrecidos por el operador local, además permite gestionar y controlar las llamadas para brindarles el servicio de movilidad a los usuarios del sistema.

Dentro de cada uno de estos elementos de red (Acceso, Core y Radiobases) se encuentra otra cantidad de equipos que son los encargados, dependiendo de la tecnología de la red móvil (GSM, 3G, LTE), de brindar mayores recursos y servicios a los usuarios del sistema. Estos elementos serán profundizados más adelante para cada tecnología.

2.2 Tecnologías móviles

El sector de las comunicaciones móviles celulares ha mostrado un gran dinamismo en las dos últimas décadas. Los inicios de la década de los 1990 vinieron marcados por el crecimiento exponencial de usuarios de voz al amparo de un entorno cada vez más competitivo y con predominancia de la tecnología GSM como estándar de facto a nivel mundial.

Posteriormente, y contrariamente a lo que pronosticaban muchos estudios de mercado, la madurez alcanzada en el servicio de voz no se vio relevada por los servicios de datos en los primeros años de los 2000 de la mano del cambio tecnológico asociado a la implantación del acceso radio WCDMA de UMTS.

Es por medio de esta evolución que desde un principio las redes móviles fueron adaptándose a los requerimientos del mercado y evolucionaron para brindar cada vez mejores y mayores servicios a sus clientes, esta evolución se presentó por medio de las llamadas generaciones móviles.

Cada vez que se aparece una nueva generación, tiene una mayor capacidad de forma que puede satisfacer requisitos cada vez más complejos (Becvar, Mach, Pravda, 2014).

Generación	Nombre/Abreviación	Características
1ª generación (1980 a 1995)	NMT (<i>Nordic Mobile Telephone</i>); FIN, S, N, DK AMPS (<i>Advanced Mobile Telephone System</i>); USA TACS (<i>Total Access Communication System</i>); UK, IRL RADIOCOM 2000; FR	Sistemas analógicos Sistemas nacionales Voz
2ª generación (desde 1992)	GSM (Global System for Mobile Communication) DAMPS (Digital AMPS), resp. IS136; USA PCS 1900 (Personal Communication System); USA PDC (Personal Digital Communication) GPRS (General Packet Radio Service); conocida como generación 2,5 EDGE (Enhanced Data rates for Global Evolution); conocida como generación 2,75	Sistemas digitales Voz + datos

Figura 8. Generaciones móviles

Fuente: Elaboración propia

2.2.1 GSM.

El sistema móvil GSM es llamado de segunda generación, da inicio entre 1982 y 1992 en Europa y fue elaborado por la ETSI, se convirtió en el sistema móvil 2G más extendido por todo el mundo; en nuestro país el ICE comenzó a comercializar servicios 2G a mediados de 1996 con los operadores Alcatel y Ericsson. La estructura celular de la red GSM se basa normalmente mediante el uso de macro celdas con un diámetro máximo de unos pocos kilómetros.

El Sistema GSM surge de la necesidad de contar con un sistema estándar y que proporciona la capacidad de interconexión entre las diferentes redes de varios países mediante teléfonos móviles que incorporan tecnología digital (Vílchez & García, 2010).

Los rangos de frecuencia asignados para esta tecnología fueron:

- GSM 900 – banda de frecuencias de 900 MHz, capacidad máxima de 2×124 Canales, ancho de banda de 2×25 MHz.
- GSM 1800 – banda de frecuencia de 1800 MHz, capacidad máxima de 2×374 canales, ancho de banda de 2×75 MHz.
- GSM 1900 – banda de frecuencias de 1900 MHz, capacidad máxima de 2×298 canales, ancho de banda de 2×75 MHz.

La arquitectura de un sistema GSM se compone de 4 bloques o subsistemas que juntos conforman un conjunto de elementos necesarios para su funcionamiento.

Esta arquitectura de red no muy diferente de otras redes como 3G, cada subsistema emplea funciones específicas que permiten dar una variedad de servicios a los usuarios, los subsistemas 2G son:

La estación móvil (*MS Mobile Station*): es el equipo utilizado por el usuario para poder acceder a los servicios proporcionados por la red GSM a través de la interfaz Um. El MS entra en comunicación con la red mediante una plataforma física y personalizada mediante la SIM (*Subscriber Identity Module*).

El subsistema de estación base (BSS**):** la función principal del BSS se puede resumir en que interconecta al usuario del móvil con los demás usuarios, y para lograrlo hace uso de componentes como la BTS (*Base Transceiver Station*) para entrar en contacto con los terminales móviles a través de la interfaz de radio, la BSC (*Base Station Controller*) para entrar en comunicación con los conmutadores del NSS y el TC transcoder encargado de realizar la decodificación de voz.

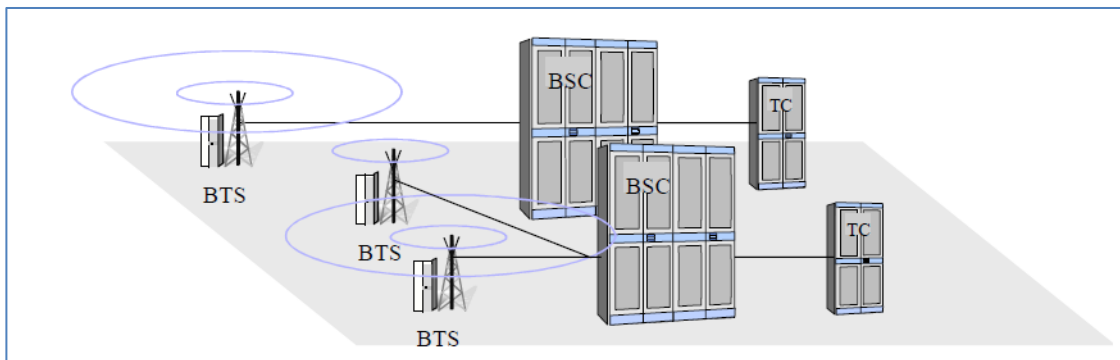


Figura 9. Subsistema BSS

Fuente: Manual Ericsson.

El subsistema de conmutación (NSS): es el encargado de tramitar las comunicaciones y conectar la terminal móvil utilizada por el usuario con las demás terminales móviles existentes en la red y también se encarga de la conexión con otras redes como la PSTN (*Public Switching Telecommunications Network*). En esta etapa de la red se encarga de gestionar la movilidad, almacena información de los suscriptores y realiza actividades de tarificación, esto se logra mediante los elementos que componen el subsistema como por ejemplo los MSCs, VLRs, HLRs y GMSCs.

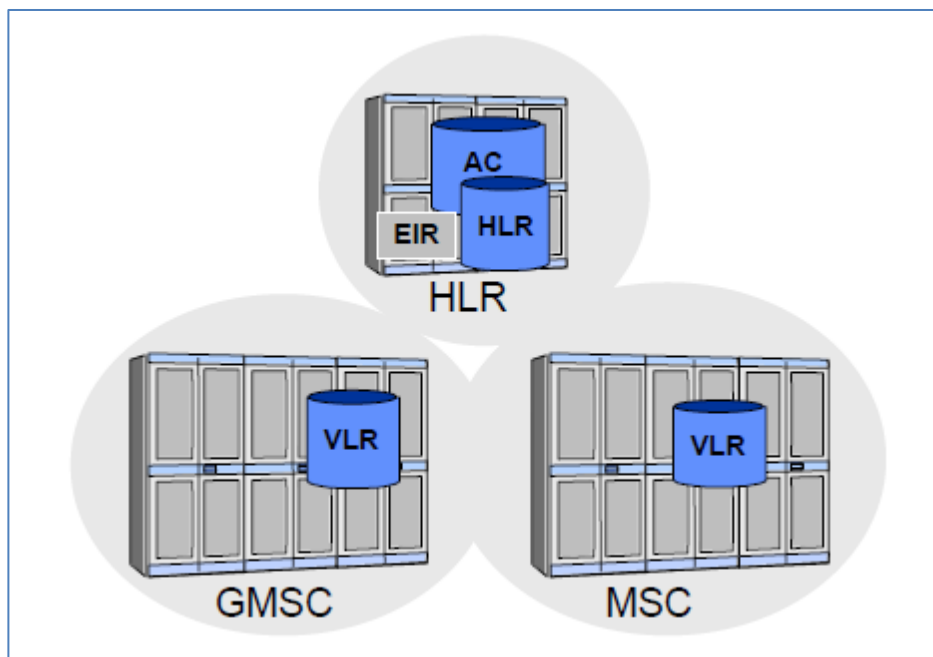


Figura 10. Subsistema NSS

Fuente: Manual Ericsson

El subsistema NSS se compone de varios elementos de red, entre ellos:

- VLR (Registro localización de visitantes): este es un servidor que contiene la base de datos con información de todos los usuarios de la red GSM.
- HLR (Registro localización local): es al igual que el VLR, un servidor con una base de datos pero esta contiene la información de los usuarios locales de la red, su ubicación exacta y estado del móvil.
- AuC (Centro autenticación): es un servidor donde están las llaves de cifrado del sistema.

- EIR (Registro identificador de equipos): este servidor lleva un control de todos los IMSI de la red, y es utilizado para bloquear terminales reportados por robo.

El subsistema de administración de red (NMS): la función de este subsistema es de monitoreo de todos los elementos de red por medio del gestor NMS/2000.

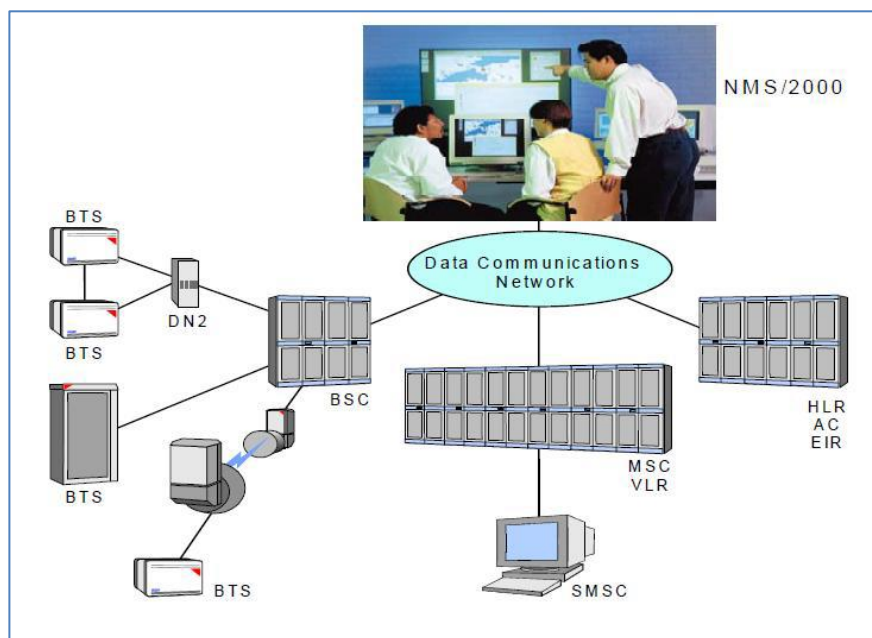


Figura 11. Subsistema NMS

Fuente: Manual Ericsson

Las redes GSM 2G evolucionaron de su antecesora por medio de la incorporación de datos a través de GPRS (transmisión basada en conmutación de paquetes) que permitió a los móviles alcanzar velocidades de internet de hasta 171.1 kps.

Años más tarde la red GSM vuelve a sufrir una actualización con la incorporación de la generación 2.5, donde a la infraestructura de la red GSM se le une un nuevo

elemento llamado SGSN (*Serving GPRS Support node*) este facilita un aumento en las tasas de transferencia de datos por medio de la técnica llamada EDGE (*Enhanced data for GSM evolution*) que permite teóricamente un ancho de banda de 473.6kps.

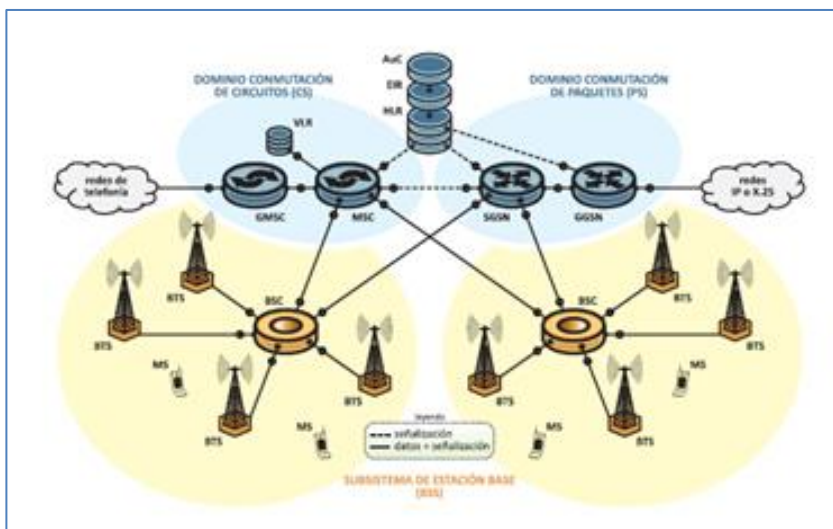


Figura 12. Red GSM 2.5

Fuente: Manual Ericsson

Esta red 2G principalmente fue diseñada para conversaciones de voz ya que el acceso a internet en esos tiempos era muy limitado en comparación con la actualidad; sin embargo, se convirtió en un sistema de comunicación muy eficiente ya que permitió incorporar una serie de funcionalidades como traspaso de llamadas entre celdas lo cual permite una movilidad del usuario sin tener cortes en sus servicios establecidos, localización de terminales y acceso a la red internet por medio de GPRS a una baja tasa de transferencia.

En el actual documento no se darán detalles más específicos de esta tecnología o arquitectura de red 2G ya que no es el objetivo del proyecto.

2.2.2 UMTS 3G

Esta tecnología de tercera generación nace a finales de los años 80 como una evolución natural a la 2G. En un inicio, se plantearon 2 tecnologías para acceso en 3G estas son CDMA2000 y UMTS.

CDMA2000 es una familia de estándares de telecomunicaciones móviles de tercera generación que utilizan CDMA (acceso múltiple por división de código) para redes digitales que permite enviar voz, datos y señalización entre sus sistemas, sin embargo es un estándar muy cerrado y actualmente solo en China es utilizado.

UMTS es una tecnología sucesora de GPRS que se utiliza en las redes móviles de tercera generación y que emplea canales de radio con un ancho de banda de 5Mhz, permitiendo conexiones simultáneas como conexiones a datos y voz al mismo tiempo. Esta tecnología permite ampliar considerablemente las capacidades de multimedia, datos, acceso a internet en comparación con su antecesora 2G.

UMTS es la tecnología más utilizada en las redes móviles 3G, entre las características principales que tienen estas redes móviles 3G, se pueden citar las siguientes:

- Alta velocidad en transmisión de datos, desde los 144kps a 2Mbps dependiendo del terminal utilizado.
- Transmisión de datos simétrica y asimétrica.
- Servicios de conmutación de paquetes y en modo circuito.
- Calidad de voz comparable con los servicios ofrecidos de forma alámbrica.
- Itinerancia internacional entre operadores también llamado Roaming.

Los sistemas de tercera generación deben proveer diversos servicios a sus usuarios como son servicios unificados de mensajes como correo electrónico multimedia, aplicaciones de video en tiempo real, apoyo de datos para alta velocidad, voz de banda estrecha en servicios multimedia en tiempo real y banda ancha, entre otros; la arquitectura de una red 3G será detallada más adelante en el documento.

2.2.3 LTE 4G.

Se conoce como cuarta generación 4G LTE (*Long Term Evolution*), esta arquitectura de red móvil precede a la tercera generación e incorpora diferencias importantes con respecto a la anterior. Utiliza para su expansión de señal más cantidad de radio bases llamados ENodeB debido a que las frecuencias a las que trabaja esta tecnología son de menor amplitud que las de otras tecnologías anteriores.

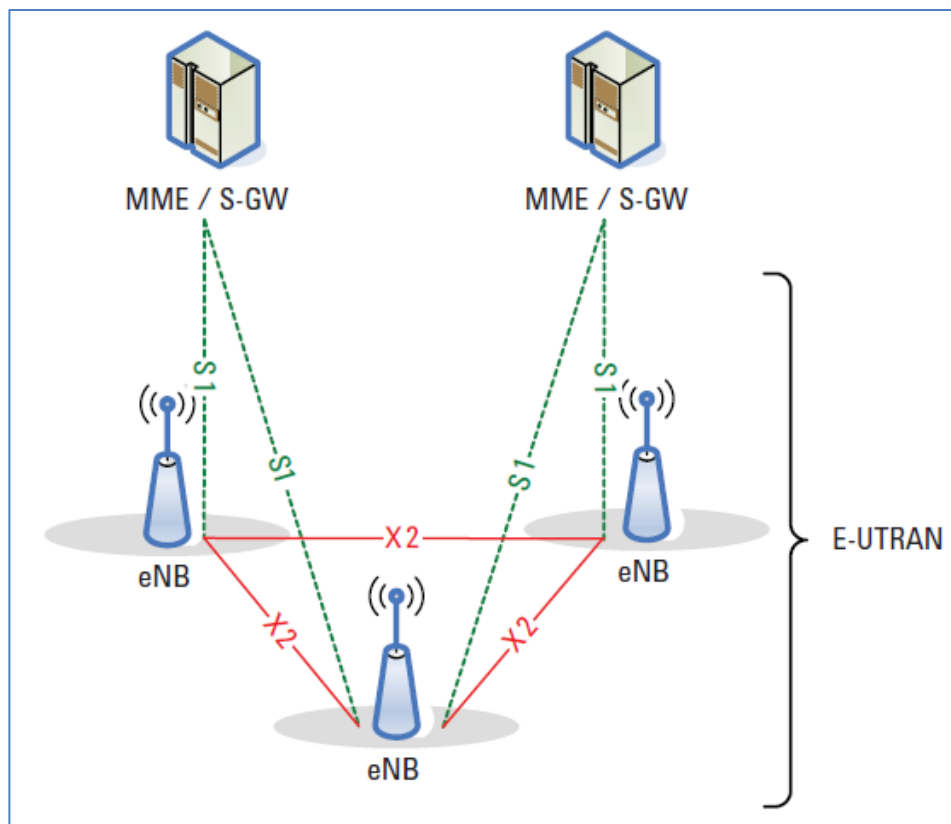


Figura 13. Arquitectura LTE

Fuente: Elaboración propia

Esta tecnología define como valores mínimos de funcionamiento anchos de banda con velocidades máximas de transmisión de 100Mbps/s. Esta tecnología es completamente IP; este es un sistema y una red que se alcanza gracias a la convergencia entre las redes de cable y alámbricas.

Con LTE, por primera vez, todos los servicios, incluida la voz, se soportan sobre el protocolo IP (Internet Protocol), y que las velocidades de pico de la interfaz radio se sitúan dentro del rango de 100 Mb/s y 1Gb/s, ampliamente superiores a las conseguidas en los sistemas predecesores (Comes et al., 2010).

Utiliza técnicas avanzadas de acceso al medio como MIMO y OFDM. A nivel de arquitectura es muy diferente a las otras generaciones ya que el nodo llamado ENodeB es inteligente y se posee autocontrol por lo que la RNC utilizada en 3G ya no es necesaria; esta y otras diferencias hacen que sea un sistema de acceso a telefonía móvil más comercializado en la actualidad pero, para términos de este proyecto, no será necesario profundizar en el tema ya que el objetivo de este trabajo es enfocarse en la tecnología 3G.

La estación base de E-UTRAN, denominada ENodoB, ejecuta todos los protocolos de la interfaz radio, tanto del plano de usuario como del plano de control, y lleva a cabo toda la gestión de la interfaz radio (Comes et al., 2010).

La siguiente imagen representa las interfaces que posee una red LTE, en ella se aprecia que la radio base ENodeB se conecta directamente al CORE (MME / S-GW) por medio de las interfaces S1-U / S1-MME, esta es una variante importante con respecto a las redes anteriores donde existía un equipo controlador de las radio bases, en el caso de LTE el mismo ENodeB es capaz de realizar todas las funciones de señalización y control que anteriormente realizaba la RNC en el caso de 3G.

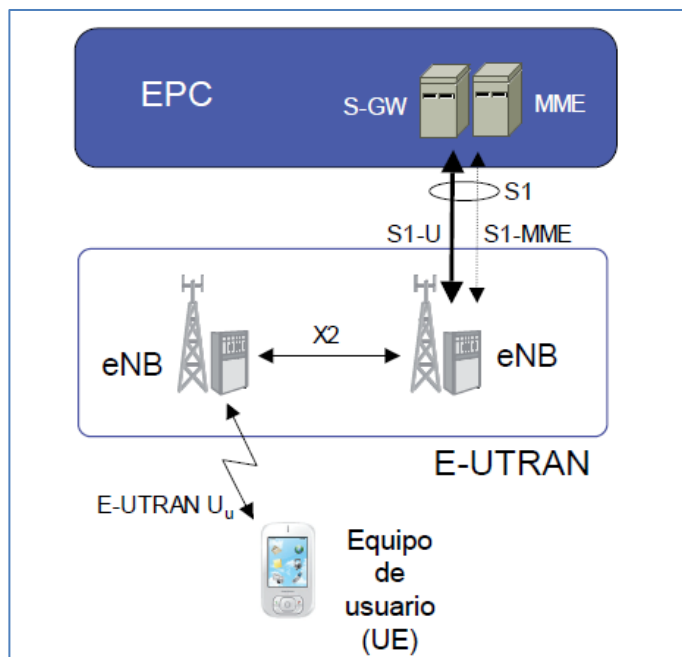


Figura 14. Interfaces LTE

Fuente: Elaboración propia

A nivel de protocolos, el sistema LTE se compone de plano de usuario y plano de control, esta separación entre entidades de red dedicadas a sustentar el plano de control o bien el plano de usuario es una característica importante de la red LTE que permite dimensionar de forma independiente los recursos de transmisión necesarios para el soporte de la señalización del sistema y para el envío del tráfico de los usuarios (Comes et al., 2010).

Los equipos encargados de la comunicación y gestión del plano de usuario son el UE, EnodeB y el S-GW, como se detalla en la siguiente imagen:

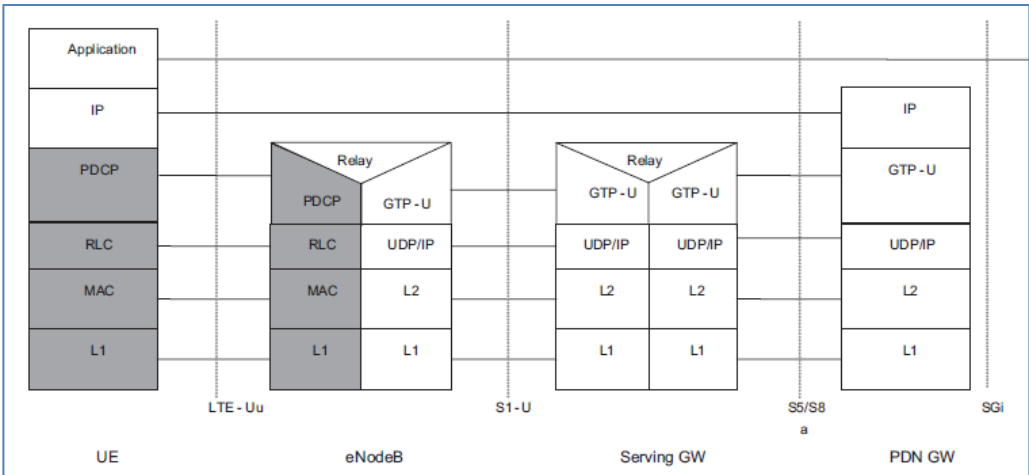


Figura 15. User Plane LTE

Fuente: Manual Huawei

Por otra parte los equipos involucrados en la comunicación y gestión del plano de control son el UE, EnodeB y MME.

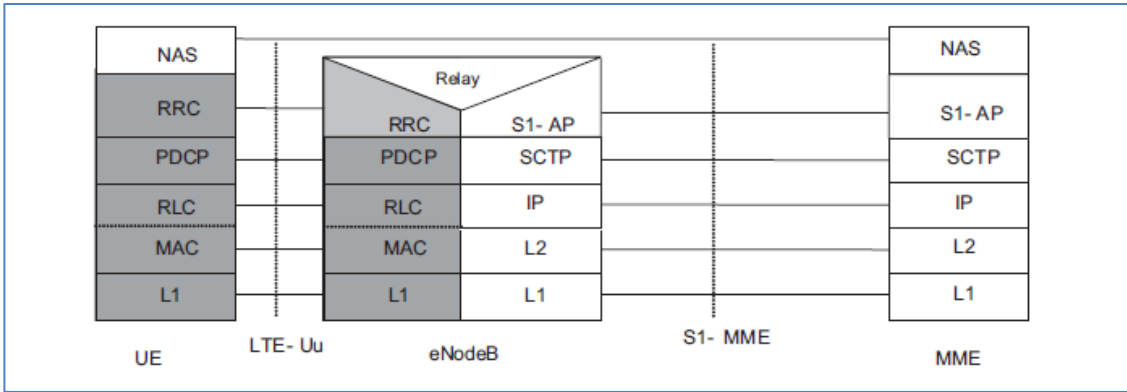


Figura 16. Plano control LTE

Fuente: Manual Huawei

A modo comparativo, se muestra en la siguiente imagen cómo es la estructura de red de un sistema 3G en comparación con LTE.

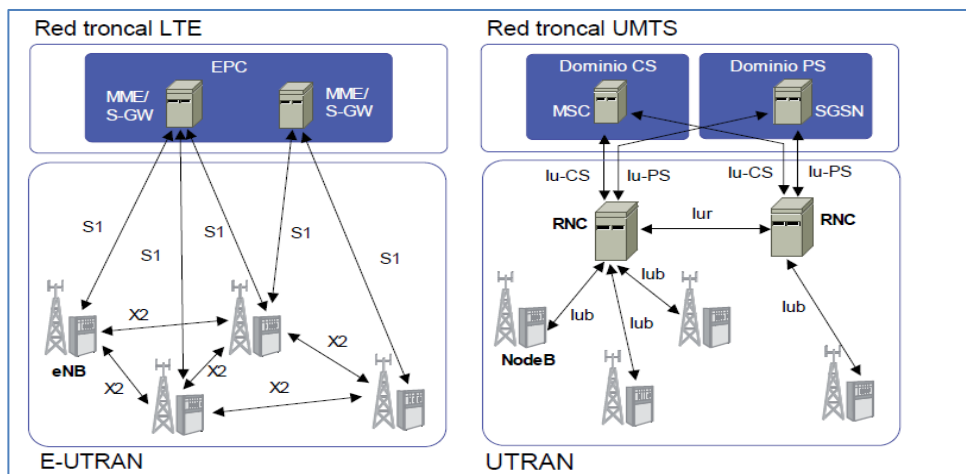


Figura 17. Comparativo 3G, LTE

Fuente: Elaboración propia.

LTE utiliza acceso OFDMA y SC-FDMA (Single Carrier OFDMA) para los enlaces descendente y ascendente respectivamente en lugar de WCDMA, utilizada en UMTS. Por lo tanto, las características de transmisión son muy diferentes si las comparamos con UMTS (Becvar, Mach, Pravda, 2014).

2.3 UMTS Universal Mobile Telecommunications System

2.3.1 Conceptos generales UMTS.

La telefonía móvil, como sucede en otros ámbitos de la tecnología, ha seguido un proceso de innovación que ha dado lugar a la definición y posterior implantación de sucesivas generaciones de sistemas de comunicación. Los sistemas móviles de tercera generación comienzan su especificación a principios de los años noventa, y su culminación como estándar se da a finales de la década.

La tercera generación de sistemas móviles es conocida como UMTS. Se trata de Sistemas digitales operan en las bandas de 2 GHz e integran diferentes tecnologías de acceso inalámbrico con capacidad de ofrecer una amplia variedad de servicios Multimedia con calidad garantizada (Becvar, Mach, Pravda, 2014).

Una década de consolidación del estándar tiene la ventaja de poder observar la evolución de los sistemas de una generación anterior. Esto resulta de gran utilidad para acotar las limitaciones de funcionamiento de los sistemas actuales para la previsión de demanda de servicios que se pueden entrever en el futuro próximo.

La idea de la implementación del estándar de tercera generación como UMTS es para garantizar estándares que permitan una comunicación móvil global como: la compatibilidad con la mayoría de estándares de segunda generación, altas tasas de transmisión para comunicación móvil, implementación de aplicaciones multimedia entre otros aspectos (Vílchez & García, 2010).

La arquitectura general de UMTS al igual que con las demás tecnologías anteriores, se compone de radio bases llamados NodeB, y RNC equipo controlador de NodeB anteriormente llamado BSC en GSM.

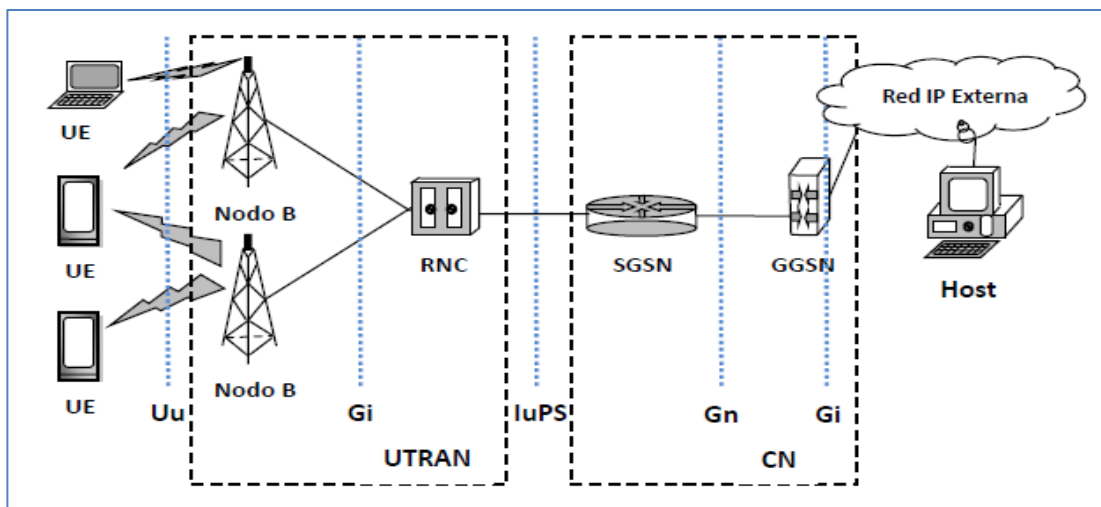


Figura 18. Arquitectura WCDMA

Fuente: Elaboración propia.

La tecnología utilizada por el estándar UMTS tiene dos modos de operación para optimizar el uso de espectro:

- TDD (*Time Division Duplex*) En el modo de operación TDD la frecuencia para la transmisión ascendente y descendente es la misma pero en intervalos de tiempo diferentes. Estos intervalos de tiempo pueden combinarse para ser utilizados tanto en enlaces ascendentes como descendentes según la necesidad.

En caso de TDD, la transmisión en el enlace descendente (datos del usuario) y la transmisión de enlace ascendente (datos al usuario) están separadas en el dominio del tiempo, pero se les asigna la misma frecuencia. De esta manera se consigue un mejor aprovechamiento, ya que basta con una antena para transmitir y recibir (Becvar, Mach, Pravda, 2014).

- FDD (Frequency Division Duplex): Este modo de operación utiliza dos bandas de frecuencia de 190 MHz, una para el enlace de ascendente (UpLink) y otra para el enlace descendente (DownLink). Cada portadora tiene un ancho de banda de 5 MHz las cuales son moduladas a través de QPSK.

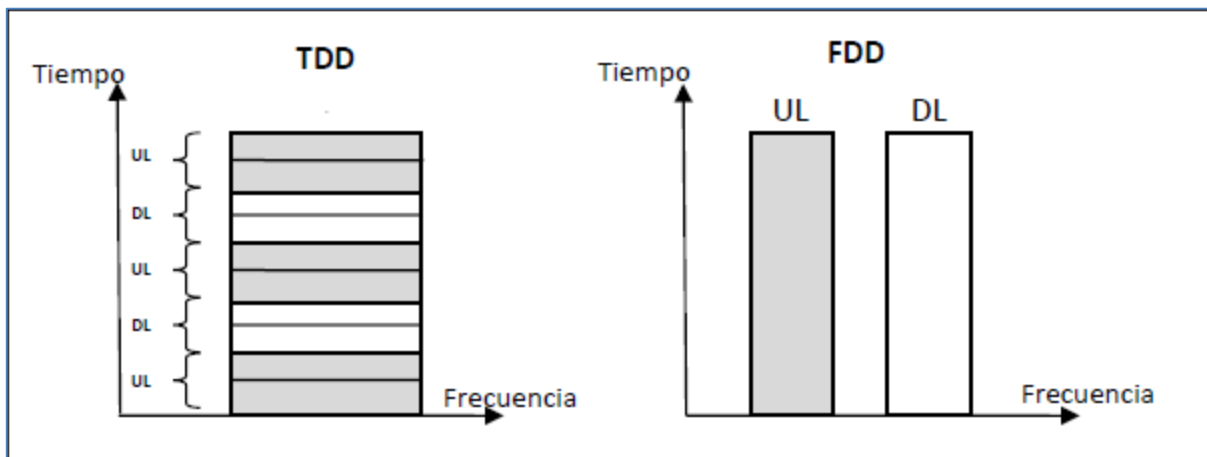


Figura 19. Técnica acceso WCDMA

Fuente: Elaboración propia

WCDMA (*Wideband Code Division Multiple Access*) es una tecnología de acceso utilizada por el estándar UMTS para establecer comunicación entre el usuario y la red de acceso UTRAN, la cual se deriva de la tecnología CDMA (*Code Division Multiple Access*) tradicional utilizado en las redes de segunda generación IS-95

Los canales de WCDMA se clasifican en 3 tipos: lógicos, físicos y transporte.

- Canales lógicos: un canal lógico es un portador de radio y es exclusivo para realizar el proceso de comunicación específica.

- **Canales Físicos:** los canales físicos son manejados dentro de la capa física del sistema WCDMA, en la parte de datos de los canales físicos se mapean los canales de transporte. En general los canales físicos contienen parte de datos y parte de señal física.
- **Canales de transporte:** este tipo de canal es utilizado para definir el formato del envío de la información enviada a los UE. Este canal es clasificado en dos tipos: Common (común) y Dedicated (dedicado).

En principio, el objetivo para dividir en celdas el territorio es para poder dar servicio a los usuarios con un número limitado de canales de comunicación. Las estaciones base de Telefonía Móvil, no podrán cursar normalmente más de 30-40 llamadas aproximadamente, si bien este número podrá variar en función de las configuraciones físicas y lógicas de la estación (Salmerón, 2010).

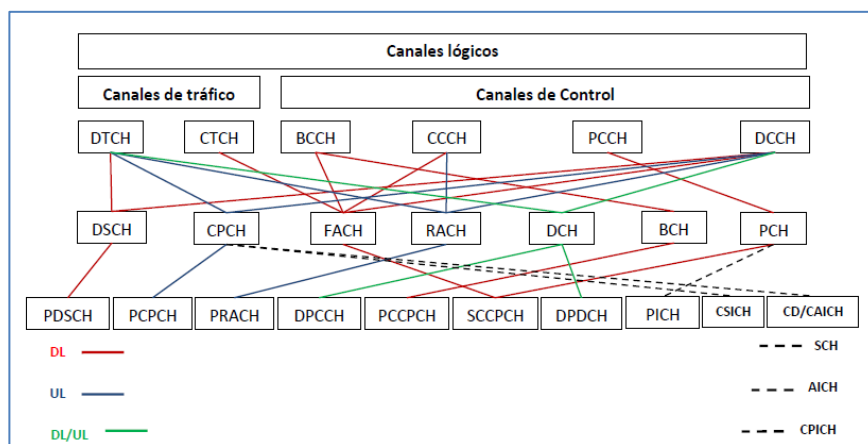


Figura 20. Mapeo canales WCDMA

Fuente: Manual Huawei

En este sentido, la especificación y posterior diseño de los sistemas móviles de tercera generación se fue orientando poco a poco hacia la confección de un abanico de servicios que potencien las comunicaciones para la transmisión de datos frente a los servicios de transmisión de voz de uso mayoritario en sistemas anteriores.

La orientación de esta tendencia se debe en gran medida a la propia evolución de internet y a la proliferación de gran número de servicios telemáticos de soporte al funcionamiento de muchas empresas, principalmente de servicios.

Esta evolución está haciendo que las comunicaciones de datos sobre red fija se conviertan en algo tan importante o más que las propias comunicaciones de voz para muchas empresas, y la telefonía móvil, por su parte, no quieren y no debe permanecer ajena a esta tendencia.

2.3.2 Arquitectura de la red móvil UMTS.

UMTS (*Universal Mobile Telecommunication System*) presenta una arquitectura en la cual se describen tres elementos principales, el UE (*User Equipment*), UTRAN (*UMTS Terrestrial Radio Access Network*) y la red de CORE, adicional a esto existen diversas interfaces entre los equipos de la red que permiten la conectividad, señalización y comunicación entre los diferentes elementos de red.

Diferente a otras arquitecturas de red UMTS, incorpora una nueva red de acceso radio, basada en tecnología CDMA y por lo tanto radicalmente diferente del acceso

radio GSM/GPRS. Esta red de acceso radio consta de los denominados nodos-B, el equivalente a las estaciones base GSM, y de las RNC, controladores de las estaciones base, aprovecha la red troncal GSM/GPRS, lo que le permite distinguir entre CN-CS (*Core Network Circuit Switched*) y CN-PS (*Core Network Packet Switched*).

Por medio de su arquitectura una red UMTS como lo indica Vélez (2007), " permite, por ejemplo, que desde un carro y el teléfono móvil encendido, se pueda navegar por Internet para acceder a una cuenta bancaria, comprobar el estado de tales cuentas, pagar facturas, ver una videoconferencia de algún funcionario del banco o hablar con un empleado del mismo".

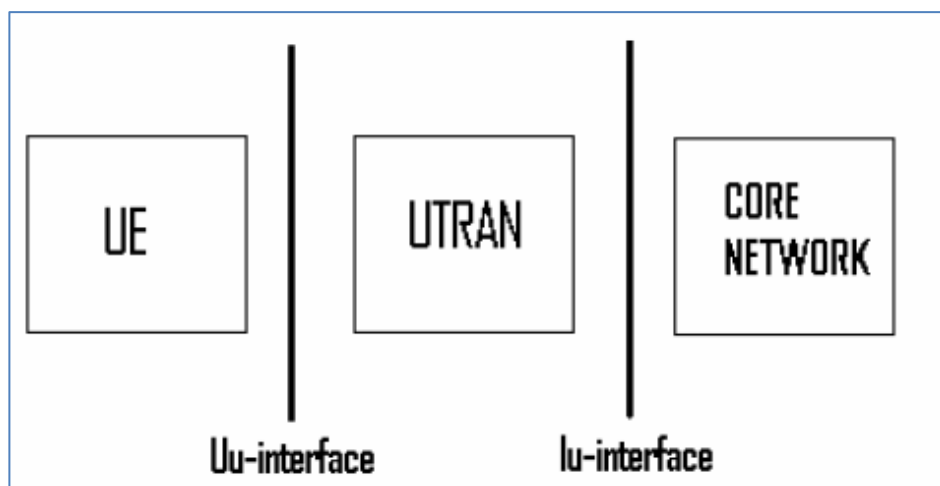


Figura 21 Arquitectura de UMTS.

Fuente: Elaboración propia.

El sistema UMTS se planteó desde buen principio con objetivos claros de mejora de las capacidades de las redes móviles, pero también se contempló desde el inicio

la compatibilidad con los servicios GSM existentes y la posibilidad de reutilizar infraestructura (Sallent, 2003).

2.3.2.1 Red de acceso de radio UTRAN.

UTRAN es el nombre de la red de acceso de radio diseñada para el sistema UMTS, tiene dos interfaces que lo conectan al CORE de la red y al equipo de usuario UE, estas interfaces son Uu (interconexión hacia el UE) y la interface Lu (interconexión entre el Nodeb y la RNC).

La red de acceso UMTS consta de uno o más subsistemas RNS (Radio Network Subsystem). Cada RNS cubre un conjunto de células UMTS, es el responsable de la gestión de los recursos asociados a ellas. Un RNS está formado por un controlador RNC (Radio Network Controller) y un conjunto de estaciones base (Nodos-B). Dentro de la red radio se definen dos tipos de interfaces: el interfaz Iub entre cada Nodo-B y el RNC que lo controla y el interfaz Iur entre RNCs. Este último interfaz, sin equivalente en las redes 2G, permite la comunicación directa entre RNCs para el soporte de trasposos suaves (Soft-Handover) entre estaciones base perteneciente a distintos RNCs.

Esta parte de la red es la encargada de establecer conexión con las estaciones móviles y el resto de la red. El sistema de la UTRAN de UMTS es muy similar al sistema de la BSS de la GSM (Vílchez & García, 2010).

2.3.2.2 Interface Uu.

La interface Uu se encuentra entre el equipo de usuario y la red UTRAN, esta interface es la encargada de brindar acceso al medio WCDMA.

Los equipos de usuario acceden a la red a través del interfaz radio (Uu), basado en WCDMA (Salmerón, 2010).

2.3.2.3 Equipo de usuario UE.

Es también llamado terminal móvil, es el equipo que el usuario trae consigo para tener acceso a la red móvil. Es quizás el elemento más importante ya que de su capacidad dependen los servicios que se puede tener y las facilidades que puede brindar al usuario.

El equipo de usuario es el dispositivo que hace posible la comunicación constante entre el nodo B y el usuario siempre y cuando haya cobertura, conservando siempre el esquema de utilización de la tarjeta SIM. Estos equipos están diseñados para funcionar tanto en redes UMTS como GSM (Vílchez & García, 2010).

Es el dispositivo encargado de convertir la información del servicio que pueden ser datos, voz, video, etc. y lo convierte en radio frecuencia para ser enviado a los NodeB, permitiéndole al usuario acceso a los diferentes servicios que brinde el operador local.

2.3.2.4 NodeB.

Las radio bases son los equipos de encargados de proveer la cobertura de la red celular. De sus características de propagación y equipamiento depende su capacidad y cobertura.

Es el encargado de recibir y transmitir la información de radio frecuencia enviada y recibida por el equipo de usuario (UE) para convertirla en datos digitales tipo y enviarlos por la red de transporte IP hasta el equipo controlador de radio bases RNC (Radio Network Controller).

La función principal del nodo B es proporcionar cobertura a una celda en específico en el momento que el usuario lo desee (Vílchez & García, 2010).

En él se encuentran las tareas de manejo de conexión, desconexión, ajustes, conmutación de la comunicación entre el móvil y la radio base. Además se encarga de censar el funcionamiento de hardware y software de la radio base y envía toda la información de los servicios del usuario al centro de conmutación celular (MSC), el cual se encarga de interconectar y etiquetar esta información para ser enviada al puerto de salida correspondiente para ser enviado a la red de telefonía al cual debe llegar el servicio (red fija, otra red celular, servicio de datos, etc.).

El NodeB es el equivalente en UMTS de la BTS en la antigua tecnología GSM BTS (Base *Tranceiver* Station). El NodeB puede dar servicio a una o más células, sin

embargo las especificaciones hablan de una sola celular por NodeB. Dentro de las funciones que tiene un NodeB se pueden citar las siguientes:

- 1- Implementación lógica de O&M.
- 2- Mapeo de los recursos lógicos del NodeB en los recursos de hardware.
- 3- Transmisión de los mensajes de información del sistema de acuerdo con el horario determinado por el RNC.
- 4- Reportar mediciones de la interferencia en el enlace de subida UL (Uplink) y la información de potencia en el enlace de bajada DL (Down Link).
- 5- Brindar cobertura a una zona determinada.
- 6- Establecer recursos de tráfico y realizar mediciones de potencia para realizar movilidad del usuario.

El NodeB, se caracteriza porque sus unidades de radio, se encuentran en el bastidor y forman parte en conjunto de las tarjetas de control y filtros del equipo electrónico sensible a la intemperie y temperatura que realiza la conversión de información de RF (radio frecuencia) para ser enviado al controlador de radio bases (RNC). La parte externa de la radio base la componen de fibra óptica que llevan las

señales a las antenas, y estas a su vez se encargan de propagar esa señal, según su tipo (Sectorizadas u omnidireccionales).

En el caso de las radio bases distribuidas, el transmisor-receptor se encuentra cerca de la antena en la torre, esto con el objetivo de tener menos pérdidas de energía al no tener cables desde el bastidor hasta la parte superior de la torre. En este caso, la información de radio frecuencia es convertida a señal óptica y enviada al bastidor con la ayuda de una fibra óptica. Con esta facilidad, el consumo de energía es más eficiente.

En ambos casos los componentes de una radio base son:

- 1- Antenas.
- 2- Filtros.
- 3- Transmisor-receptor.
- 4- Procesamiento Digital.
- 5- Sistema de transmisión.
- 6- Módulo de operación y mantenimiento.

El NodeB posee antenas que son las encargadas de propagar la señal de radio frecuencia al aire para que los equipos móviles se registren en el sistema. Los filtros son encargados de seleccionar las señales deseadas, mientras rechaza las señales que no corresponden a la red.

Los equipos de transmisor-receptor también llamados *transceiver* son los encargados de convertir la señal de radio frecuencia en información digital para ser procesada por la etapa de procesamiento digital. Por otro lado este módulo de procesamiento digital es el que realiza las tareas de control de la radio base.

La etapa del sistema de transmisión es el que se encarga de formar la información digital para ser enviado al controlador de radio bases (RNC), el módulo de operación y mantenimiento se encarga de realizar la gestión local de la radio base. Con la ayuda de esta función se puede conocer el estado de hardware y software de todas las partes de la radio base. Además, se pueden ejecutar pruebas locales o inhabilitar tarjetas para su respectiva intervención manual (Gunnar, 1998).

2.3.2.5 Radio base móvil COW.

El término COW, traducido de sus siglas en inglés, significa celda sobre ruedas, esta tiene la particularidad de brindar cobertura celular a un área desprovista de esta, en la mayoría de los casos, indistintamente de existir o no en el área donde se instala, la COW puede brindar cobertura y capacidad de tráfico, pues es una forma muy rápida y versátil de solucionar problemas.

También por su fácil sistema de montaje la misma puede estar lista irradiando pocas horas después de su llegada al sitio. Este tipo de radio base es utilizada en ocasiones especiales, como es el caso de eventos masivos y que requieran un reforzamiento de la capacidad de tráfico actual de una determinada zona, su

característica de ser desmontable, permite que sea de fácil instalación y configuración y, en caso de ya no requerirse, su desmontaje es muy sencillo.

2.3.2.6 RNC (Radio Network Controller).

El RNC (Controlador de la red radio) es el equipo que se encarga de controlar y administrar uno o varios NodeB, el RNC, se conecta a los NodeB por medio de la interface IuB; además posee conectividad hacia el CORE de la red (MSC) por medio de la interface IuCs y hacia el SGSN por medio de la interface IuPs.

El RNC se encarga de asignar frecuencias, gestionar códigos y controlar niveles de potencia de radiofrecuencia (Vílchez & García, 2010).

Dentro de las funciones principales de la RNC, se pueden citar:

- 1- Manejo de los recursos de transporte de las interfaces Iu (IuB, IuCs y IuPs).
- 2- Control de los recursos lógicos de O&M del NodeB.
- 3- Manejo de la información del sistema.
- 4- Control de los canales comunes de tráfico.
- 5- Señalización y control de los recursos de la red.
- 6- Asignación de códigos entre los equipos.
- 7- Control de potencia de lazo abierto para DL.
- 8- Transmisión de los mensajes de información del sistema, handover, asignación de recursos de celda y gestión de recursos de radio.

2.3.2.7 Red CORE.

El Núcleo de la red o CORE es la encargada de la conmutación de circuitos, el mismo MSC es usado tanto por sistemas GSM como UMTS, el CORE de la red se conecta a la UTRAN por medio de la interface IuCS y se encarga del voice, coordinación y organización de las llamadas de todos los móviles en la MSC.

Asignación dinámica de recursos, registro de ubicación, funciones de interoperabilidad con otro tipo de redes, manejo de procesos de handover (entre sistemas), coleccionar los datos para el centro de facturación, manejo de parámetros de encriptación, intercambio de señalización entre las diferentes interfaces de la red, control y operación de la cancelación de eco, entre otros.

El núcleo de red es el encargado de incorporar las funciones de conmutación y transmisión necesaria para poder establecer comunicación con el abonado deseado el cual puede o no pertenecer a la red UMTS (Vílchez & García, 2010).

2.3.2.8 Interfaces UTRAN.

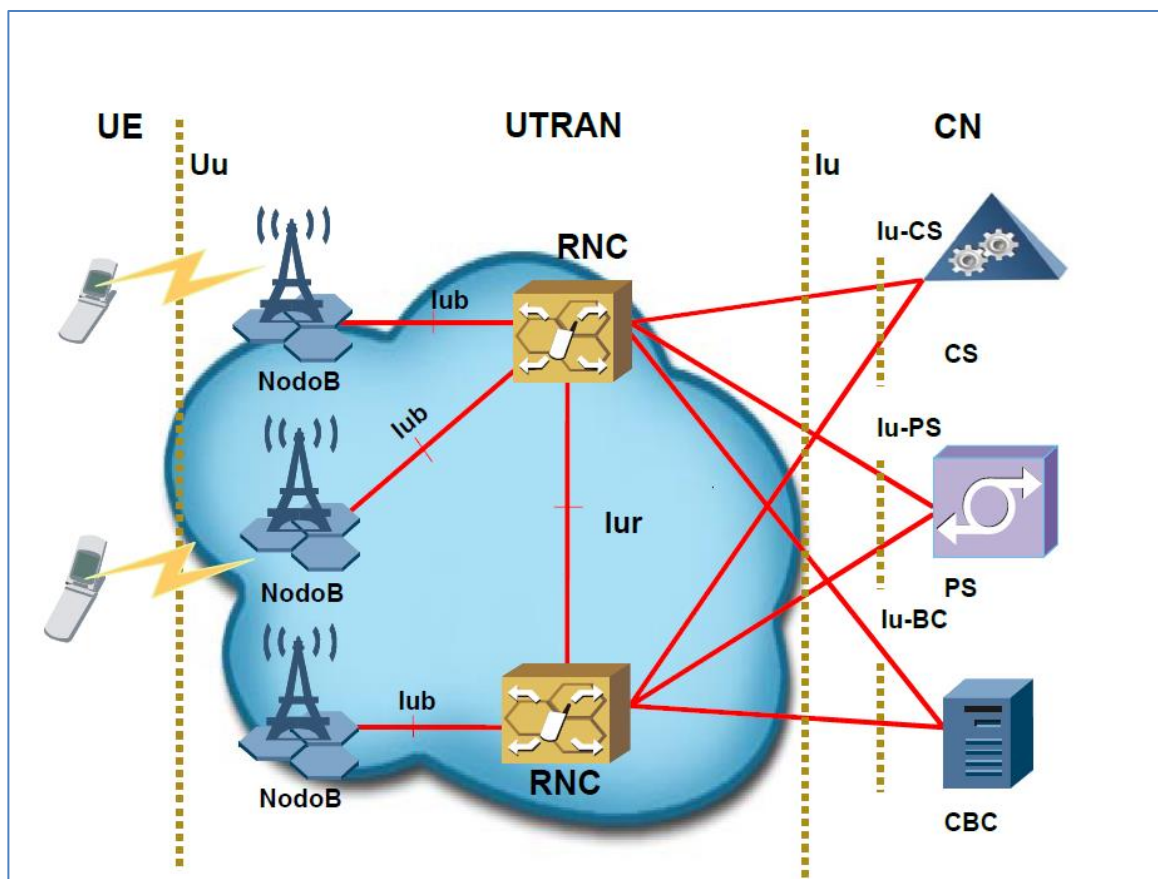


Figura 22 Interfaces de red UTRAN.

Fuente: Elaboración propia.

La interface UE o interface de aire es la que se encuentra propiamente entre las antenas de una radio base y el terminal del usuario, las interfaces en la arquitectura UTRAN son IuB hacia los NodeB, IuCS que es la interface encargada de la conectividad y procesamiento de información entre la RNC y el MSC, la interface IuPS es la que se encarga de la conectividad de datos hacia el SGSN desde el RNC.

UTRAN promueve la creación de un conjunto unificado de estándares, con interfaces abiertas que permitan cualquier tipo de interconexión externa. Este

conjunto de estándares tendrá una estructura modular que permita la evolución de servicios y sistemas a largo plazo.

2.3.3 Estándares telecomunicaciones móviles UMTS.

Actualmente existen entidades especializadas que se dedican a realizar estándares de calidad y servicios que deben ser respetados tanto por los fabricantes como por los operadores móviles en todos los países del orbe.

Todas las organizaciones públicas y privadas deben seguir los lineamientos de la ITU misma que se define como una organización internacional imparcial dentro de la cual los gobiernos y el sector privado trabajan conjuntamente para coordinar la operación de las redes de telecomunicaciones y servicios y progresar en el desarrollo de las tecnologías de comunicaciones.

La idea de la implementación del estándar de tercera generación como UMTS es para garantizar estándares que permitan una comunicación móvil global como: la compatibilidad con la mayoría de estándares de segunda generación, altas tasas de transmisión para comunicación móvil, implementación de aplicaciones multimedia entre otros aspectos (Vílchez & García, 2010).

Esta organización a lo largo del tiempo ha sufrido diferentes modificaciones que dan lugar a su división en tres sectores principales: *Telecommunication*

Standardization (ITU-T), Radiocommunication (ITU-R) y Telecommunication Development (ITU-D).

En términos generales el estándar UMTS fue definido por la ITU y se basa en el método de acceso múltiple por división de código de banda ancha (WCDMA) que detalla en sus especificaciones, velocidades de transmisión de datos en la interfaz aérea de hasta 2 Mbps. Sin embargo las aplicaciones prácticas implementan hasta 384 Kbps o velocidades cercanas a este valor.

Por lo tanto, nuevas funcionalidades más allá de 2 Mbps se han ido desarrollando por la organización 3GPP (Proyecto Asociación de Tercera Generación) que corresponde a un grupo de países y organizaciones de telecomunicaciones asociadas, cuyo objetivo principal es asentar las especificaciones de un sistema global de comunicaciones de tercera generación.

Con el fin de satisfacer esta necesidad creciente de comunicación, es que la 3GPP crea los conjuntos de tecnologías o estándares HSPA (HSDPA y HSUPA). Los estándares HSPA además de incrementar notablemente las velocidades de transmisión de datos, reducen los tiempos de latencia y mejora la capacidad de la red.

HSPA se refiere a la combinación de acceso descendente de paquetes a alta velocidad (HSDPA) y acceso ascendente de paquetes a alta velocidad (HSUPA),

HSDPA admite velocidades de transmisión de hasta 14,4 Mbit/s en el enlace descendente. HSUPA permite alcanzar en el enlace ascendente velocidades de transmisión de 5,76 Mbit/s. HSPA también aumenta la capacidad de las redes UMTS y ofrece reducciones considerables de latencia.

Para los operadores que implementaron WCDMA inicialmente y que luego pretendan actualizarse a HSPA es un paso casi que directo, pues las soluciones HSPA se construyen sobre la red WCDMA, reusando todos los elementos de red.

Esta organización o también llamado foro 3GPP está compuesto por 4 grandes grupos de especificaciones técnicas TSG (technical specification Group) y cada uno se encarga de estudiar y definir los estándares para partes específicas de la red:

TSG RAN (Radio Access Network): se encarga de realizar estándares utilizados en la interface de radio y en interfaces internas entre los NodeB y las RNC, así como de protocolos utilizados en la interface entre la MSC y RNC.

TSG CT (Core and Terminals): se encarga de toda la información, estándares y señalización que se utiliza entre la red de CORE y el terminal.

TSG SA (Services and System Architecture): se enfoca en los servicios y arquitectura de todo el sistema.

TSG GERAN (GSM/EDGE RAN): este grupo tiene el mismo enfoque utilizado en el TSG RAN pero adicional a este campo se especializa en interfaz de radio GSM/EDGE/GPRS.

Todas las especificaciones y publicaciones que son generadas en la 3GPP son llamadas con su término en inglés *Release*. Cada una de ellas aporta diferentes especificaciones buscando siempre la mejora de los procesos actuales.

El primer gran logro de este foro fue la publicación de las especificaciones *Release 99* a finales de 1999, que contiene la primera serie completa de especificaciones para WCDMA/UMTS, en donde se brinda un camino evolutivo para las redes GSM/GPRS/EDGE con mayor eficiencia espectral y mejor rendimiento en los servicios de voz y datos, mediante la introducción de una portadora de RF de 5Mhz.

En el año 2001 se realizó la siguiente publicación de especificaciones llamada *Release 4*, este *Release* sigue la misma secuencia evolutiva e incluye especificaciones para los modos TDD de WCDMA.

La publicación del *Release 5* se dio en el año 2002 y HSDPA surge a partir de este *Release* como una mejora en las velocidades de acceso a la red de conmutación de paquetes en *downlink*, además de incluir especificaciones para un nuevo modelo de Core Network llamado IMS (IP Multimedia Subsystem).

El *Release 6* se publica a finales del 2004 y proporciona una mejora en las velocidades de acceso a la red de paquetes en sentido *uplink*, HSUPA.

El *Release 7* se publicó a mediados de 2007 y comprende una mejoría para HSPA en general denominada HSPA+ o Evolved HSPA.

Adicional a los *Releases* anteriores se definen nuevos (*Release 8, 9, 10, 11...*) que abarcan temas de sistemas móviles de 4ta y 5ta generación y que por la naturaleza del presente proyecto no son necesarios especificar.

En la siguiente grafica se describe la línea de tiempo de *Releases* 3GPP desde *Release 99 a Release 11*:

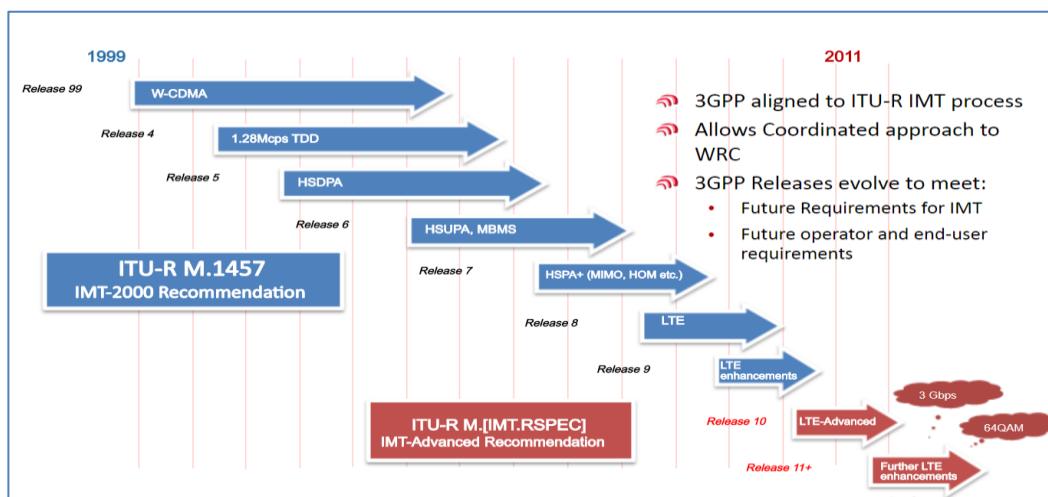


Figura 23 Evolución Releases 3GPP

Fuente: 3GPP

La siguiente imagen detalla algunos de los miembros asociados al foro 3GPP:

Organización	Web
IMS Forum	www.imsforum.org
TD-Forum	www.tdscdma-forum.org
GSA	www.gsacom.com
GSM Association	www.gsmworld.com
IPV6 Forum	www.ipv6forum.com
UMTS Forum	www.umts-forum.org
4G Americas	www.4gamericas.org
TD SCDMA Industry Alliance	www.tdscdma-alliance.org
InfoCommunication Union	www.icu.org.ru
Femto Forum	www.femtoforum.org/femto
CDMA Development Group	www.cdg.org
Cellular Operators Association of India (COAI)	www.coai.com
NGMN Alliance	www.ngmn.org

Figura 24. Miembros asociados 3GPP

Fuente: Elaboración propia.

En conjunto estas organizaciones son las que se encargan de velar por que los operadores móviles y fabricantes sigan los lineamientos establecidos en acuerdos y estudios realizados con el fin de consolidar normas, estándares y procedimientos que deben cumplir las compañías que se dedican a comercializar servicios de telefonía móvil buscando mejorar la experiencia del usuario (Salmerón, 2010).

2.4 Gestión operativa UMTS.

La gestión operativa UMTS es realizada por el departamento OMC-R desde Central San Pedro, es aquí donde por medio del servidor U2000, equipo propietario de Huawei, se tiene acceso a los diferentes elementos de la red y por medio de esta plataforma, se realiza tanto la operación y mantenimiento de los equipos como la integración de nodos adicionales.

El gestor U2000 trabaja en modo espejo a modo de protección y redundancia de datos, ambos servidores se encuentran localizados en diferentes partes del país. El gestor U2000 activo se encuentra en Central Alajuela, mientras que el gestor esclavo se encuentra en Central Heredia. Por medio de la red de acceso a internet RAI, se puede tener acceso a los gestores a través del usuario y contraseña establecidos, dependiendo del perfil creado para cada usuario en el sistema.

El OMC-R es el encargado de realizar todas las labores de O&M en dicho gestor, a su vez se encarga de gestionar los diferentes módulos que conforman la herramienta U2000 (Sistema, mantenimiento, monitor, alarmas, licencia, software, desempeño, seguridad, CME y configuración).

La arquitectura de conexión de la red UMTS se describe en la siguiente figura:

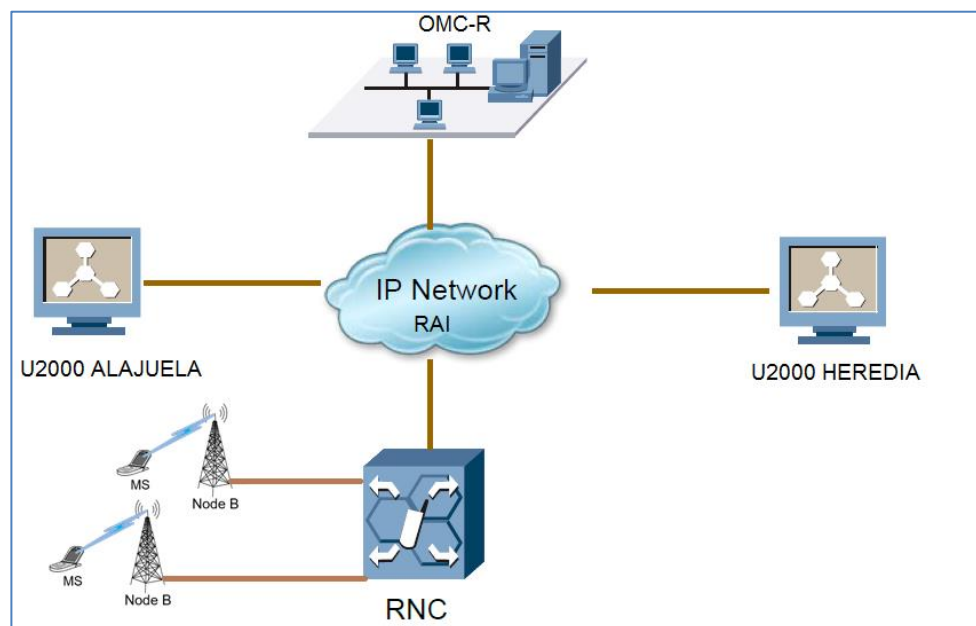


Figura 25. Arquitectura red 3G ICE

Fuente: Elaboración propia

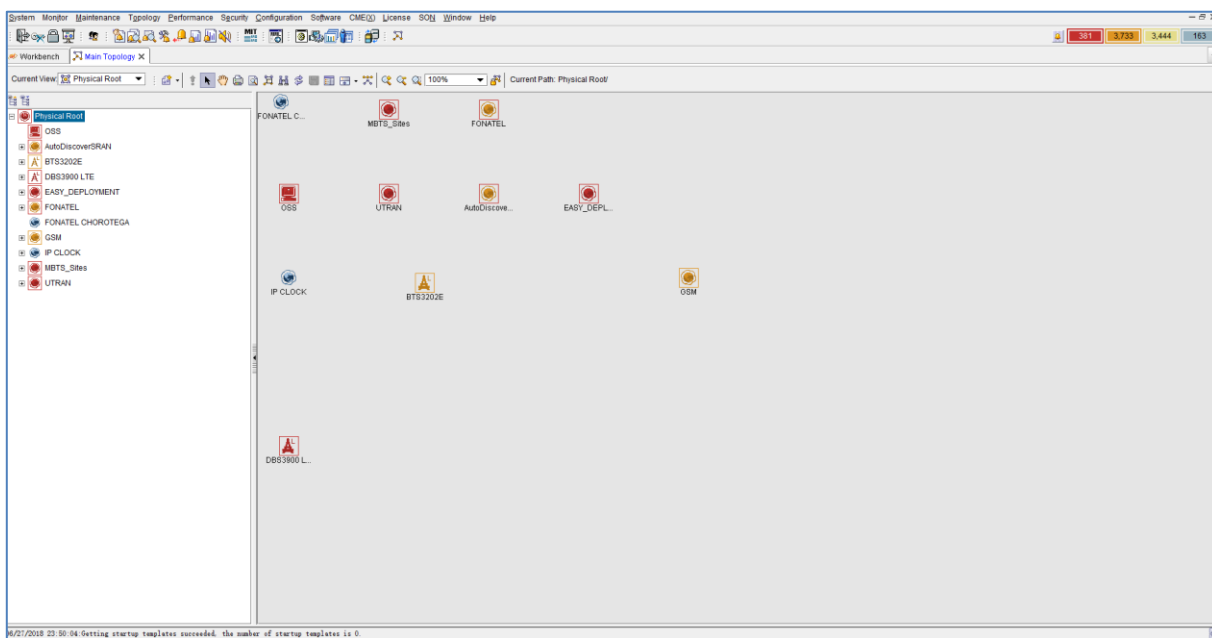


Figura 26. Gestor U2000

Fuente: Elaboración propia

La conectividad entre los diferentes elementos de la red es IP y se realiza utilizando la RAI (red de acceso a internet) que se compone de múltiples enrutadores y servidores a lo largo del país que permiten la conectividad con cada elemento de red.

En el caso de los NodeB o radio bases móviles, estas cuentan con direccionamiento IP definido y único tanto para gestión, recursos y señalización. En la mayoría de los nodos la interfaz de conexión lub entre la RNC y el NodeB se realiza por medio de ATN o RTN ya sea por medio óptico u eléctrico dependiendo del caso y su conectividad.

2.4.1 Puesta en operación NodeB 3G.

Para la correcta configuración y puesta en operación comercial de una radio base móvil 3G son requeridos 2 scripts diferentes, el primero contiene toda la configuración de parámetros lógicos y de señalización, rutas IP, enlaces entre otros que deben ser configurados en el equipo controlador RNC, el segundo script contiene la configuración de RF (Radio Frecuencia), incluyendo parámetros de señalización en interface de aire, configuración del hardware y configuraciones dedicadas a la calidad del servicio.

Ambos *scripts* varían dependiendo de la cantidad de sectores, radios, frecuencias y demás parámetros solicitados en la ficha técnica de acuerdo a los requerimientos planteados por el departamento de Diseño Inalámbrico.

Es por estas variaciones que el proceso es de mucho cuidado ya que la mala configuración de un sitio puede provocar problemas de servicios en la zona cubierta lo que generaría a la institución pérdidas económicas, de imagen y posibles averías que requieran el desplazamiento de personal técnico al lugar.

2.4.2 Configuración 3G.

Dependiendo del tipo de configuración y características que deba tener un NodeB, según sea requerido por los estudios realizados en la zona a cubrir y detallados en la ficha técnica elaborada por el departamento de Diseño Inalámbrico, los *scripts* requeridos presentan diferencias.

En la siguiente tabla se detallan las posibles variaciones que implicarían cambios en los *scripts*:

Tabla 2. *Configuraciones posibles NodeB 3G*

Cantidad sectores	Cantidad Celdas	Frecuencia
1 Sector	1, 2 o 3	850Mhz o 2100Mhz
2 Sectores A y B	1, 2 o 3 por sector	850Mhz o 2100Mhz
2 Sectores A y C	1, 2 o 3 por sector	850Mhz o 2100Mhz
2 Sectores B y C	1, 2 o 3 por sector	850Mhz o 2100Mhz
3 Sectores A, B y C	1, 2 o 3 por sector	850Mhz o 2100Mhz
4 sectores A, B, C y D	1, 2 o 3 por sector	850Mhz o 2100Mhz
Sectores extendidos	1, 2 o 3 por sector	850Mhz o 2100Mhz
Micro celdas	1 o 2 celdas por sector	850Mhz o 2100Mhz

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 Tipo y enfoque de la investigación.

Esta investigación es de tipo mixto, ya que su objetivo es agilizar el proceso, solucionar el problema del alto tiempo que conllevan actualmente todas las actividades relacionadas con la configuración y puesta en operación comercial de radio bases móviles 3G en el instituto Costarricense de Electricidad ICE y en base a esto generar mayores recursos económicos a la institución.

El marco de esta investigación es micro, el estudio se centra en el departamento de operación y mantenimiento radio bases celulares OMC-R, específicamente en el proceso de configuración y puesta en operación comercial de radio bases móviles 3G Huawei.

Tabla 3. *Marco Investigación*

TAMAÑO	LOCALIZACIÓN
Mega Macro	Instituto Costarricense de Electricidad División Gestión Red y Mantenimiento Operación y Mantenimiento de Radio Bases
Micro	OMC-R.

Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, el presente estudio es de tipo transversal, debido a que, los datos para el diagnóstico y análisis del problema se toman en un tiempo cronológicamente definido, para así determinar los aspectos influyentes durante este periodo y obtener soluciones a situaciones similares en el futuro.

En el momento de realizar una investigación, debe conocerse el tipo de enfoque que presenta, para poder alcanzar los objetivos propuestos al inicio del documento. El tipo de investigación que se utilizó en la realización de este trabajo, es de tipo aplicado, con un enfoque mixto. Los análisis se interpretan a la luz de las predicciones iniciales (hipótesis) y de estudios previos (teoría).

La interpretación constituye una explicación de cómo los resultados encajan en el conocimiento existente (Creswell, 2013).

En este sentido, los estudios descriptivos miden o recogen información relacionada con las variables del desarrollo del tema de la investigación con el objetivo de decir cómo son, es decir expresar de forma escrita las características y la relación específica aplicada a la investigación que se desarrolla (Hernández, Fernández, 2004, p.119).

Esta investigación es de tipo mixta porque se analizan los datos de archivos existentes y recolectados en el desarrollo del trabajo, con el objetivo de describir las variables, conceptualizando la problemática de la población en estudio, por medio de la medición de los datos analizados.

Por otro lado el enfoque cuantitativo se da porque se utiliza la recolección y análisis de datos para encontrar respuestas de preguntas propuestas con anterioridad en el contenido de la investigación.

Esto también utilizando técnicas de conteo estadísticos para tener una métrica de las problemáticas sustentadas y que se pretenden solucionar con la investigación (Hernández, Fernández y Baptista, 2004, p.5).

Esta investigación es un estudio de campo, pues se realiza en las instalaciones del lugar de trabajo; para aplicar la observación del proceso, así como también, entrevistas y mediciones necesarias para un buen diagnóstico del problema central.

Este estudio busca analizar el área y todos los procesos realizados actualmente en el departamento de operación y mantenimiento de radio bases OMC-R. Para lograrlo es preciso estar en el entorno donde se realizan estas funciones para determinar las variables relacionadas en él y la influencia que tienen estas en el proceso de elaboración de *scripts* para la puesta en operación comercial de radio bases móviles.

3.2 Fuentes y sujetos de información.

Para el presente proyecto se utilizarán diferentes métodos y medios de investigación con el fin de profundizar y realizar un amplio proceso investigativo de forma tal que con los datos recopilados se pueda completar satisfactoriamente con los capítulos desarrollados del proyecto. La información a utilizar será recopilada de diferentes medios como sujetos, fuentes primarias y secundarias mismas que serán detalladas a continuación.

3.2.1 Sujetos.

Los sujetos hacen referencia a todas las personas consultadas que fueron seleccionadas por su amplia experiencia y conocimiento en el área de telefonía móvil, así como por sus puestos estratégicos y relación directa con la población de interés.

Se seleccionó a personal del área de sistemas inalámbricos, específicamente niveles 1 y coordinadores de área. Los sujetos consultados poseen más de 10 años en la institución y se han desempeñado específicamente en el área de telecomunicaciones móviles desde sus inicios en el país. La siguiente matriz representa los sujetos de información seleccionados.

Tabla 4. *Sujetos de Información*

Puesto	Profesión	Experiencia	Relación con tema.
Nivel 1	MBA. Ingeniero	23 años	Coordinador
Coordinador área OMC-R	Técnico TET4a	20 años	Implementador
Técnicos	Técnico	10 años	Implementador

Fuente: Elaboración propia

3.2.2 Fuentes primarias.

Para la elaboración de este estudio, se utilizó literatura e información propia de la oficina de operación y mantenimiento celular del Instituto Costarricense de Electricidad OMC-R, misma que por su importancia es de carácter confidencial.

Posteriormente se recurre a la investigación de campo con el fin de obtener y analizar los datos directamente del contexto empresarial a estudiar por medio de diferentes técnicas como entrevistas, libros, tesis doctorales entre otros.

Una fuente de información se define como todos aquellos recursos que contienen datos formales, informales, escritos, orales o multimedia de importancia para un proyecto (Silvestrini y Vargas, 2008).

3.2.3 Fuentes secundarias.

Representan las diferentes fuentes que se tomarán en estudio para complementar la información obtenida a través de las fuentes primarias consultadas.

Como parte de las fuentes secundarias se trabajó con las siguientes: foros, revistas investigativas, libros de telecomunicaciones y comunicaciones móviles, tesis, informes y documentos obtenidos de medios electrónicos que aportan valor agregado al proyecto y brindan contenido de importancia para la elaboración del presente proceso investigativo.

3.3 Técnicas e Instrumentos para recolección de Información.

En el desarrollo de esta investigación se utilizaron varias técnicas de recolección de datos como: análisis de archivos existentes, lluvia de ideas, entrevistas, cuestionarios de opinión así como documentos técnicos de los equipos propios del proveedor Huawei.

Se utilizará la técnica Delphi que implica la incorporación de métodos y herramientas útiles para la recolección de información basadas en lluvias de ideas, cuestionarios, reuniones directamente con el personal experto del área OMC-R "la técnica Delphi pretende obtener una visión de expertos sobre un tema a partir de rondas repetidas de preguntas, siendo un método capaz de obtener y depurar los juicios de grupo.

La operativa del método Delphi consiste en el envío de encuestas sucesivas a un grupo de expertos previamente elegidos" (Luna y otros, 2005, p 95).

En el análisis de los archivos existentes se toman los *scripts* utilizados para la configuración y puesta en operación comercial de radio bases móviles 3G usados actualmente en el departamento de operación y mantenimiento de radio bases OMC-R ICE, con el objetivo de conocer la complejidad y analizar los tiempos mínimos y máximos que conlleva elaborar dichos *scripts* por el personal técnico e identificar las brechas existentes en este proceso basados en la comparación con procesos similares optimizados.

Asimismo, se utiliza el procedimiento de lluvia de ideas con personas expertas dentro del departamento, con el objetivo de integrar el personal involucrado en el proceso al proyecto planteado buscando tener referencias y posibles mejoras a los objetivos indicados en el proyecto.

Además, se realizarán encuestas al personal encargado de la elaboración de *scripts* para conocer el grado de disposición que tengan con respecto a la incorporación de una herramienta automatizada en su proceso que les permita realizar de una manera más ágil sus labores, dicha encuesta puede ser consultada al final de este documento en el área de apéndices identificada como (apéndice 2).

Se realizan cuestionarios de entrevista. Esta herramienta se aplica en la segunda sesión de trabajo con el personal experto del departamento, con el objetivo de obtener información sobre el proceso actual de elaboración *scripts*, problemáticas, carencias del proceso, debilidades y políticas de trabajo de la oficina en estudio, debido a su experticia directa con el proceso actual. Este cuestionario puede ser consultado en el apéndice del presente documento (apéndice 1).

3.4 Variables de la investigación.

Para la elaboración del proyecto, será necesario el planteamiento de variables que sea acorde con los objetivos específicos del proyecto, para buscar el desarrollo paulatino de todos los enunciados y con esto poder cumplir con el objetivo principal del proyecto planteado.

Tabla 5. Ejemplo definición variable

Objetivo Específicos	Variabes asociadas	Descripción
Identificación de brechas operativas en el proceso.	Listar carencias y debilidades del proceso actual.	Comparar el proceso actual en relación con mejores prácticas del mercado.
Modelar propuesta	Analizar procesos. Verificar procedimientos	Análisis de procesos actuales. Definición de mejores prácticas en la elaboración de procedimientos.
Diseño propuesta	Determinar diseño a implementar.	Elaborar diseño de acuerdo a paradigmas de programación.
Establecer plan piloto	Elaborar un plan detallado de implementación.	Ejecutar el plan piloto de acuerdo a los tiempos establecidos para la implementación del proyecto.

Fuente. Elaboración propia.

3.5 Diseño de la investigación.

En cuanto al diseño de la investigación, el proyecto será estructurado en 3 etapas con el fin de cumplir con los diferentes objetivos establecidos para cada una y que haya un mayor orden y fluidez en este. Seguidamente se indica el esquema correspondiente al desarrollo del proyecto en las etapas dadas a continuación:

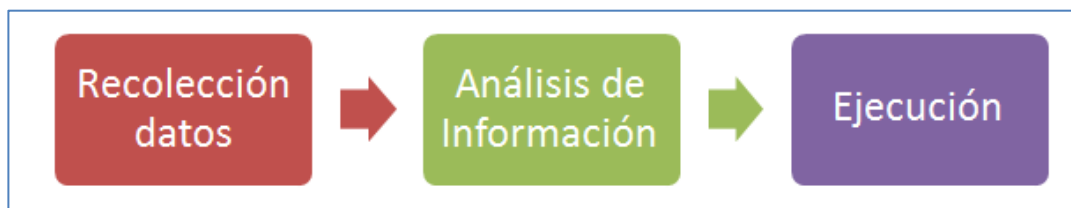


Figura 27 Etapas proyecto.

Fuente: Elaboración propia.

Recolección de datos: es la etapa inicial del proyecto, busca obtener por medio de las diferentes herramientas de recolección, la información necesaria que permita el cumplimiento de los objetivos propuestos. Para ello se utilizarán diferentes técnicas de recolección de datos como entrevistas, encuestas, reuniones, foros, lluvia de ideas, entre otras.

El objetivo principal de esta etapa es conocer, recopilar y analizar toda la información requerida por el personal del departamento OMC-R para la elaboración de los *scripts* necesarios para poner en operación comercial una radio base móvil 3G y a su vez conocer las carencias que actualmente posee dicho proceso.

Análisis de información: en esta etapa se analizarán todos los datos recopilados en la etapa anterior y por medio de esto se buscará determinar la forma en que se mejorará el proceso actual, utilizando como base el análisis y comparación de procesos optimizados en otras empresas y que puedan ayudar a modelar la propuesta con el fin de que los objetivos del proyecto vayan a quedar cubiertos en esta etapa.

Esta etapa es de suma importancia ya que el proyecto debe estar enfocado a darle solución a la problemática determinada por la cantidad de tiempo que conlleva la elaboración de *scripts* en el departamento OMC-R.

Ejecución: el principal objetivo de esta etapa es la implementación del proceso nuevo y verificación de las carencias que aún pueda tener el mismo, buscando la depuración del proceso para que cumpla con los objetivos específicos planteados.

En esta etapa los objetivos específicos deben estar cubiertos y de lo que se encargará es de elaborar un plan piloto de implementación del proyecto en el departamento OMC-R con el fin de determinar, analizar y comparar los tiempos que se necesitan para integrar una radio base móvil 3G con el sistema actual y en comparación con el proceso ya optimizado por medio de la herramienta propuesta.

En esta etapa se analiza el proceso optimizado con el fin de determinar si cumple a cabalidad con la solución a la problemática expuesta en el inicio del proyecto.

3.5.1 Matriz coherencia.

La siguiente matriz se utiliza como técnica para identificar y obtener información que resuma y distribuya los objetivos del proyecto divididos por las diferentes fases y que permita de una forma sencilla analizar los resultados, técnicas, instrumentos y temas relacionados con el planteamiento de cada objetivo propuesto.

Tabla 6. *Matriz coherencia*

Objetivo	Entregable	Fase	Técnicas	Instrumentos	Temas relacionados
Identificación de brechas operativas en el proceso.	Documentación e informes.	Recolección de datos	Entrevistas, consultas	Encuentras, cuestionarios	Identificar brechas y carencias del proceso.
Modelar propuesta	Modelado del proceso	Análisis de información	Herramientas de gestión proyectos	Libros, documentación.	Identificar el modelado requerido
Diseño propuesta	Diseño de la herramienta	Análisis de información	Software de programación	Software programación.	Programación y pruebas del aplicativo
Establecer plan piloto	Herramienta final	Ejecución	Se establece en fase inicial y final.	Plan de implementación	Prueba del aplicativo

Fuente: elaboración propia

CAPÍTULO IV

DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

El presente capítulo trata sobre el diagnóstico de la situación actual y pretende dar a conocer el estado y la forma en que se realiza actualmente el proceso de integración y puesta en operación comercial de radio bases móviles 3G en el departamento OMC-R del ICE.

A su vez se pretende analizar las carencias, problemáticas y debilidades que se determinan en el proceso de acuerdo a los diagnósticos realizados y a las diferentes herramientas utilizadas para este fin.

4.1 Diagnóstico de percepción.

La realización de este proyecto surge de la necesidad de buscar una solución automatizada que permita optimizar las tareas de integración de radio bases móviles 3G, con el fin de simplificar y mejorar el proceso actual.

Actualmente a nivel de los gestores utilizados para este proceso no es posible realizar la integración de radio bases móviles 3G de una forma automatizada, ya que los módulos que posee dicha plataforma no cuentan con ninguna opción para realizar los *scripts* requeridos y dar de alta un NodeB.

Debido a lo mencionado en párrafos anteriores es donde surge la idea de desarrollar un prototipo de una herramienta automatizada que permita crear los diferentes *scripts* requeridos para poner en operación comercial una radio base móvil 3G en un periodo de tiempo mucho menor al requerido actualmente para realizar el

mismo proceso y que dicha implementación se realice de una forma transparente para no afectar el diseño ni desempeño de la red actual.

El diagnóstico de percepción se obtuvo por medio de entrevistas, reuniones, encuestas y análisis de información suministrada por el personal de departamento OMC-R, en las cuales se pueden plantear las siguientes problemáticas o debilidades encontradas al proceso actual:

- En primera instancia dicha tarea se elabora de forma manual. Esto implica que las múltiples modificaciones que deben hacerse a los *scripts* dependiendo de la configuración requerida son propensos a contener errores en los parámetros y en los valores a configurar, mismos que pueden provocar la salida de servicio de la radio base lo cual implicaría el traslado de personal al sitio para normalizar la configuración de forma local generando costos innecesarios a la institución.
- Esta problemática se puede disminuir con la estandarización de los *scripts* por medio de la herramienta de forma tal que se utilice el mismo *script* y permita evitar los errores mencionados en el punto anterior.
- Otra problemática es que existen gran cantidad de *scripts* con configuraciones diferentes, esto se debe a que las radio bases móviles por el dinamismo de su red pueden adaptarse a la necesidad de recursos que

se determinen necesarios por el departamento de Ingeniería y que permitan brindar solución a una comunidad dependiendo del modelo de negocio requerido. Estas variantes determinan por ejemplo, la cantidad de sectores, RRU`s capacidad o celdas que pueda tener una radio base móvil 3G.

- La gran cantidad de pasos que conlleva el proceso actual es una clara problemática planteada por el personal a cargo del proceso, donde la principal preocupación en común es la realización de forma correcta y en el menor tiempo posible el proceso, para con ello poder dedicarse a las demás labores de O&M del departamento.
- A nivel de conocimientos, en el departamento existen técnicos calificados para cada tecnología, sin embargo una debilidad detectada es que se debe equipar conocimientos técnicos de integración de las radio bases móviles 3G con el personal que gestiona otras tecnologías por ejemplo Wimax y WLL; sin embargo, debido a la complejidad del proceso actual es que se plantea una solución a esta problemática por medio de realizar dicho proceso de una forma más estructurada, sencilla, simplificada y de fácil aprendizaje con la herramienta propuesta en el proyecto.
- Analizando la documentación y *scripts* utilizados por los entrevistados se observa que existen diferencias entre los mismos, ello ocasiona que cada

vez que se requiera integrar una radio base móvil en una RNC diferente se debe modificar múltiples valores, con lo cual se ocasiona muchas veces errores en el proceso que generan pérdida de tiempo e inclusive problemas de cobertura o servicios en la zona requerida.

- Con base en el diagnóstico realizado y a favor del departamento, se determina que no existe ningún obstáculo en cuanto a conocimientos y experticia de los colaboradores del departamento en relación al uso de tecnologías de información TIC lo que significa una clara ventaja y oportunidad a utilizar para la elaboración del proyecto planteado ya que este no generará rechazo por parte del personal.

El proceso de integración de radio bases móviles 3G se realiza sin un protocolo establecido, únicamente se siguen instrucciones previamente recopiladas con la experticia del proceso y que se han transmitido entre los responsables de los trabajos; sin embargo, no siguen un orden común sino que cada colaborador las ejecuta como cree conveniente. Debido a esta problemática, se requiere unificar, estandarizar y simplificar el proceso de integración por medio de un aplicativo que sea utilizado por el personal de departamento.

Estas entrevistas y cuestionarios pueden ser consultados en el apartado 8.1 de este documento mismo que son identificados como Apéndice 1 y 2.

4.2 Diagnóstico operativo organizacional.

Con base en el diagnóstico de percepción realizado al departamento encargado de la integración y puesta en operación comercial de radio bases móviles 3G OMC-R se puede determinar que en dicho proceso actualmente no se cuenta con procedimientos, reglamentos internos, políticas de seguridad ni ningún software o aplicativo que les permita a los técnicos realizar dicho proceso de una manera estandarizada y ágil.

Sin embargo, como esta actividad es de suma importancia para la institución y la misma debe ejecutarse con prioridad, el proceso de integración de radio bases 3G actualmente se está realizando de acuerdo con lo especificado de forma básica en el siguiente diagrama de flujo, mismo que será detallado y dividido en fases para comprender plenamente el proceso de integración:

técnica, *IP Planning* y la indicación por parte del personal de instalación de que todo el hardware está correctamente instalado en el sitio. Si alguno de estos documentos falta, viene incompleto o inclusive trae errores, el proceso se detiene y se informa al departamento responsable para que revise la información.

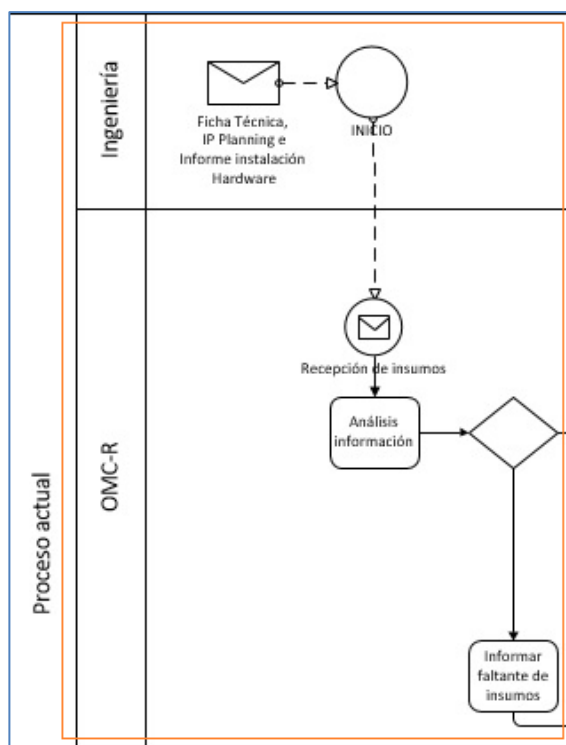


Figura 29. Etapa # 1

Fuente: Elaboración propia.

A continuación se detalla ampliamente cada documento y la información que contienen cada uno.

- **Ficha técnica:** es un documento en formato Excel, es realizado por el personal de diseño acceso inalámbrico, donde se especifica cada uno de los

Las proyecciones realizadas con el software Atoll permiten ubicar y detectar lugares con problemas de cobertura y con ello poder realizar el estudio y solicitud de sitios nuevos para mejorar la señal celular en lugares específicos.

La siguiente imagen representa proyecciones de cobertura y calidad de señal que tendrá el nodo a implementar.

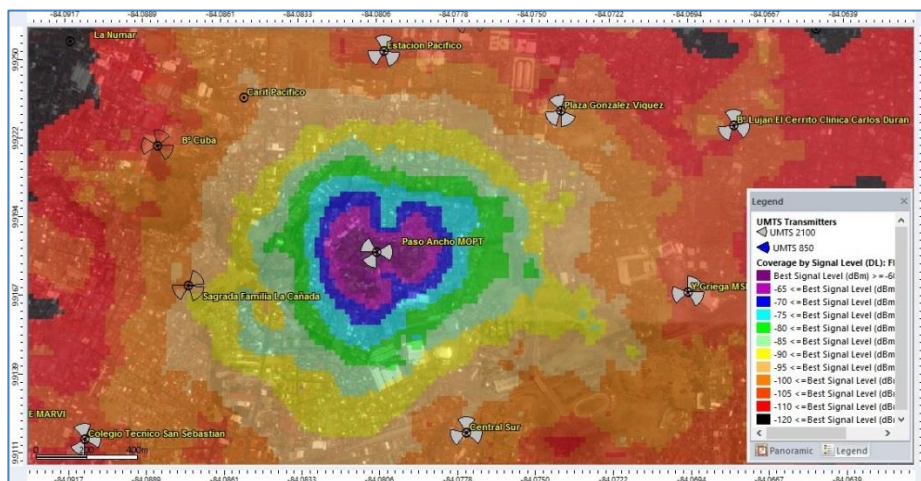


Figura 31. Proyección cobertura.

Fuente: Ficha técnica, diseño acceso inalámbrico.

La herramienta además grafica los niveles de señal que poseen los sitios cercanos, y permite conocer y establecer los parámetros necesarios para que las celdas vecinas sean configuradas correctamente en cada sector permitiendo la movilidad del usuario a través de múltiples radio bases 3G.

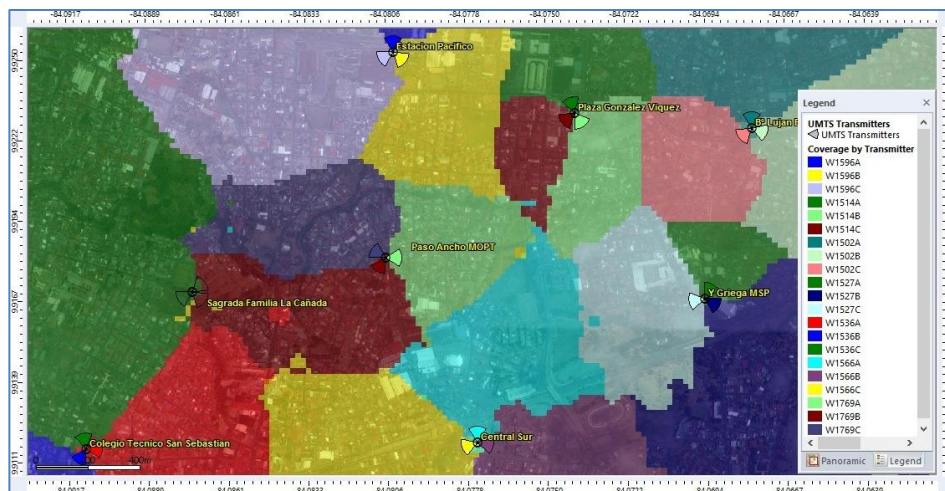


Figura 32. Celdas vecinas

Fuente: Ficha técnica, diseño acceso inalámbrico.

En la ficha técnica además viene la información del hardware que se deberá instalar en el sitio, se especifican cantidades de tarjetas, radios, antenas, sectores, tipos de conectores, bastidor, gabinete, entre otros.

Esta información es utilizada por personal de instalación para acondicionar el sitio de acuerdo con las necesidades de hardware solicitadas.

Equipos Requeridos			
Equipo	Modelo	Cantidad	Observaciones
Gabinete	APM-30H	0	Se utilizara gabinete 3G existente
BBU	3900	1	
UMPT	b1	1	
WBBP	F4	2	
RRU	3838	3	Radios Frecuencia 2100MHz
Antenas	ATR451607	3	Tribanda EXISTENTES

Figura 33. Hardware requerido

Fuente: Ficha técnica, diseño acceso inalámbrico.

• **IP Planning:** es un documento generado por el departamento de diseño transporte, donde se especifica todo el direccionamiento IP que debe tener el NodeB para su correcta configuración.

Adicional a esta información, con este documento se puede conocer el medio de transporte, si es puerto óptico u eléctrico, VLANS de O&M, código de 3G entre otros valores. Este archivo es de vital importancia ya que cada NodeB posee una IP diferente en toda la red y el conocer el medio de transporte (Fibra o Cobre) es vital ya que al realizar el *script* de NodeB si este valor se configura con algún error, el sitio queda aislado y se debe enviar personal al sitio para normalizar la configuración.

La siguiente imagen representa la información del direccionamiento IP que debe tener el NodeB a configurar. Cada IP se configura de acuerdo a la función que conlleve, por ejemplo en la ilustración la IP del dispositivo será 10.190.59.114, mientras que la IP de O&M es 10.190.159.114 y la ruta deberá llevar la IP 10.190.59.113 con VLAN 3629. Este direccionamiento debe configurarse en ambos *scripts* (RNC y NodeB) y deben coincidir con lo solicitado.

Nodos B	ID Sitio	Nodo Agregador	Subnodo Agregador	Puerto	Red	IP GW (RAI)	IP Nodo	IP OyM Nodo	Vlan
Paso Ancho MOPT 2100	10111 - 06K	SURCA01-02	SURCX600-A	Te 3/3	10.190.59.112	10.190.59.113	10.190.59.114	10.190.159.114	3629

Figura 34. IP Planning

Fuente: IP Planning, Diseño transporte.

- **Informe instalación de hardware:** este proceso es realizado por el departamento dirección ejecución y entrega de recursos de red, que es el encargado de la instalación física de los equipos a lo largo y ancho del país.

Básicamente este es un documento donde se detalla que ya el equipo está listo para ser configurado de forma remota por el departamento OMC-R y con ello entrar en operación comercial. Esta información junto con los otros 2 archivos son los que se analizan antes de proceder con la integración ya que deben coincidir con los requerimientos necesarios para tal proceso y deben estar completos para evitar inconvenientes.

En este informe de hardware se muestra información como tipo de tarjetas instaladas, cantidad de radios, modelos, tipo de gabinete, modelo de las antenas y RETs conectados entre otra información importante.

Las siguientes imágenes muestran el tipo de información que contienen estos informes y que son de gran ayuda para determinar la forma de conexión tanto en los gabinetes BBU como en las antenas.



Figura 35. Hardware en sitio 3G completo

Fuente: Informe instalación hardware, Dirección ejecución y entrega de recursos de red.



Figura 36. Instalación RRU y Antenna.

Fuente: Informe instalación hardware, Dirección ejecución y entrega de recursos de red.

En la siguiente imagen se detalla la instalación de todas tarjetas en el gabinete y APM 3G, bancos de baterías, rectificadores, entre otros, todos con su respectivo

etiquetado y siguiendo los lineamientos establecidos por el departamento de instalación para la colocación del hardware.



Figura 37. Bastidor 3G.

Fuente: Informe instalación hardware, Dirección ejecución y entrega de recursos de red.

Etapas # 2: Una vez que se obtiene y corroboran los insumos obtenidos de la etapa anterior, se procede a realizar un análisis estadístico de las tarjetas SPU y GOU en la RNC dependiendo de la zona y controladora donde se requiera instalar el

nodo, este análisis es necesario para proceder a la realización de los *scripts* requeridos.

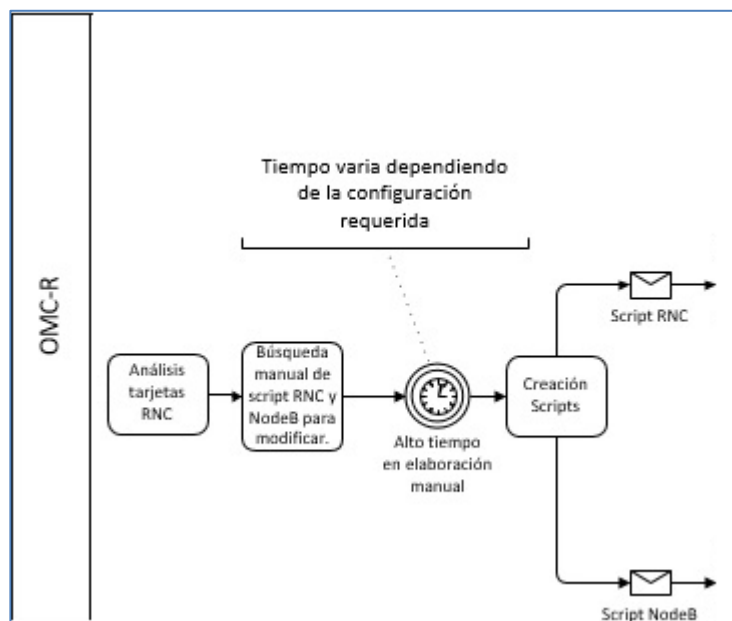


Figura 38. Etapa 2

Fuente: Elaboración propia.

Cada controladora RNC posee una zona de cobertura establecida y una cantidad de NodeB diferente dependiendo de cada localidad; cabe indicar que en la red ICE hay en total 7 RNC distribuidas de forma estratégica en diferentes localidades:

- Central Alajuela: Hay 2 RNC (RNC_Alajuela y RNC_Alajuela II) estas abarcan la cobertura de la zona costera desde la península de Nicoya hasta la zona sur frontera con Panamá.

- Central Heredia: En este lugar se encuentra la RNC_Heredia que abarca cobertura de la zona norte del país.
- Central Guácima: en esta central se encuentran 2 RNC (RNC_Guácima y RNC_Guácima_II) mismas que brindan servicio a radio bases de la zona metropolitana, Cartago y zonas aledañas.
- Central Sur Paso Ancho: en esta central se encuentra la RNC_Sur que contiene todos los NodeB de la zona caribe.
- Central Guatuso: esta central se encuentra en las cercanías del Cerro de la Muerte y en ella se encuentra la RNC_Guatuso que brinda cobertura a la zona metropolitana.

A modo de capacidad las RNC Guatuso y Guácima II son las que contienen, controlan y administran mayor cantidad de NodeB, debido a que ambas son de un modelo diferente a las demás y poseen mayor capacidad de procesamiento por ello es que estas contienen todas las radio bases 3G de la Gran Área Metropolitana.

La siguiente imagen detalla gráficamente la distribución de cobertura y cantidad de NodeB para cada RNC a lo largo del país:

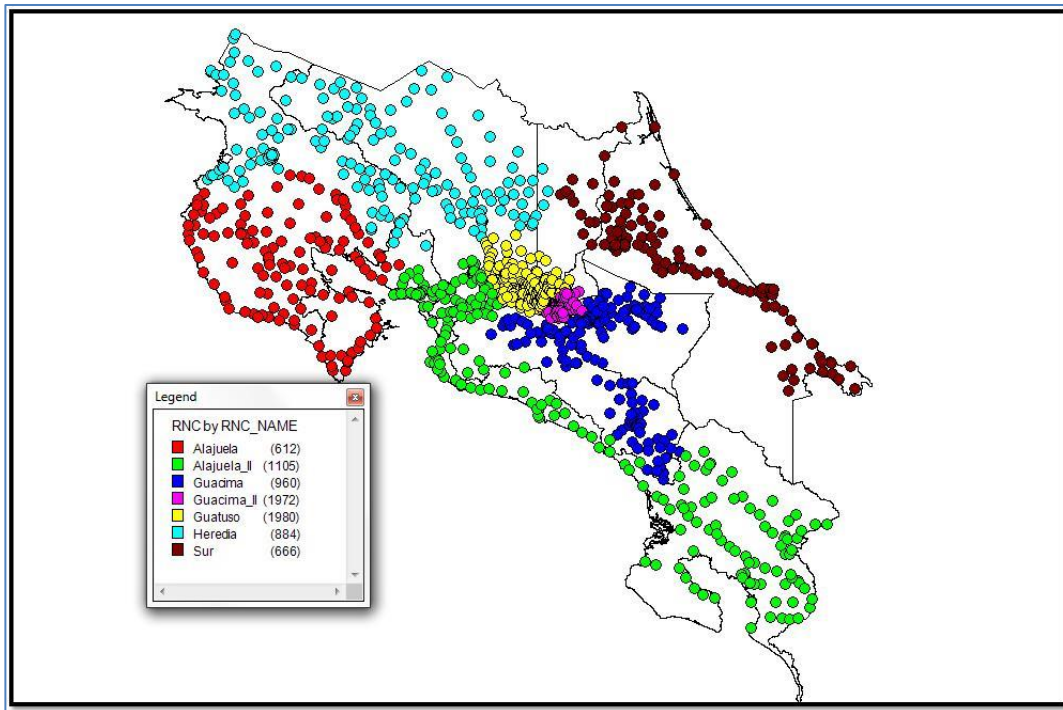


Figura 39. Distribución NodeB por RNC.

Fuente: Elaboración propia.

Una vez que es identificada la RNC que contendrá el NodeB se procede a analizar por medio de estadísticas utilizando el gestor U2000 las tarjetas SPU y GOU en la RNC. Estas tarjetas son las que se encargan del procesamiento de señalización y control en el NodeB y se eligen de manera que el tráfico sea balanceado para no recargarlas y provocar afectación de servicios.

Al realizar el análisis de tarjetas SPU, se obtienen los valores de los SCTP Links encargados del establecimiento de señalización y control, además por medio de la tarjeta GOU encargada de la conectividad en la interface IuB desde la RNC hasta el

NodeB se obtiene el direccionamiento IP de la RNC y CX600 entre otros parámetros necesarios para ambos scripts.

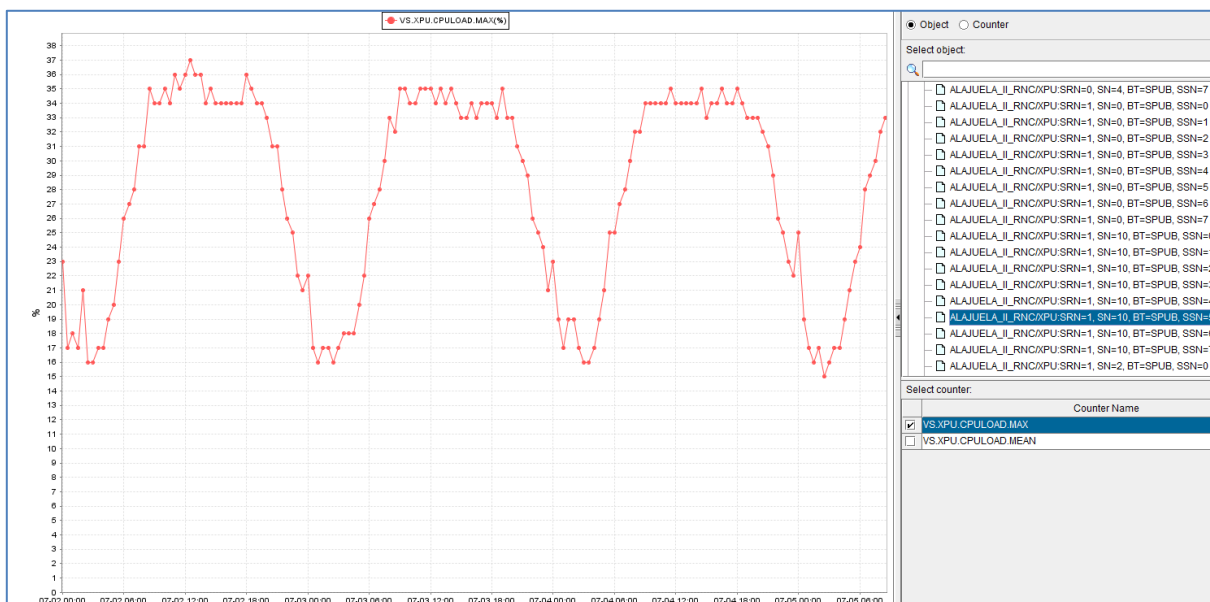


Figura 40. Análisis tarjeta SPU

Fuente: Elaboración propia.

Una tarjeta SPU (Unidad de procesamiento y señalización) está dividida en 4 subsistemas. Trabajan de forma activa y respaldo, esta tarjeta se encarga de controlar y administrar los procesos de señalización y control de diferentes interfaces.

Por otro lado las tarjetas GOU son tarjetas de interface óptica que transmiten IP sobre Ethernet, sus principales funciones son proveer de los puertos ópticos y conectividad a las diferentes interfaces en la red (lu-Cs, lu-Ps, lu-BC, lu-R e lu-B).

Una RNC de forma lógica se divide en subsistemas, cada uno de ellos contiene funciones, tareas diferentes de control, conectividad y señalización permitiendo el correcto procesamiento de todos los datos. Las tarjetas GOU corresponden al subsistema de transporte ya que se encargan de la conectividad con las diferentes interfaces y las tarjetas SPU pertenecen al subsistema de procesamiento de servicios, donde se encuentra la parte lógica de control y señalización de la red.

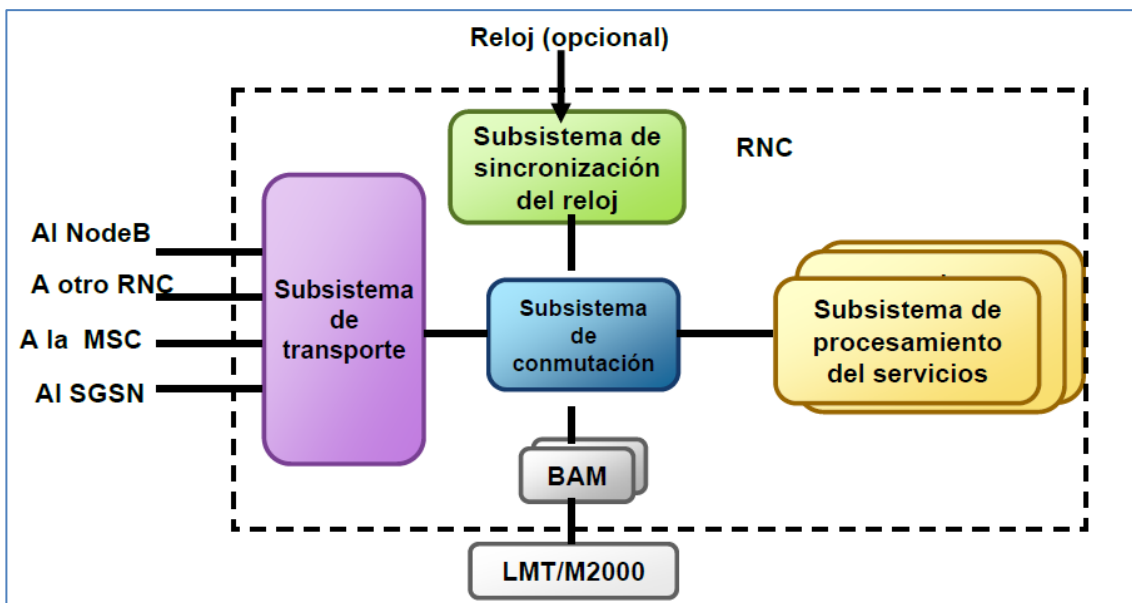


Figura 41. Subsistemas RNC

Fuente: Elaboración propia.

La siguiente imagen muestra los diferentes tipos de tarjetas, dependiendo de los subsistemas a los que pertenezcan y de acuerdo con las funciones de cada una.

posicionamiento de tarjetas GOU y SPU, nombre de celdas, frecuencias, valores de RF, LAC, RAC, LAI entre otros.

```

ADD IPRT: SRN=2, SN=22, DSTIP="10.190.14.212", DSTMASK="255.255.255.252", NEXTHOP="10.186.39.254", PRIORITY=HIGH, REMARK="W1614_50601-01K";
ADD SCTPLNK: SRN=2, SN=2, SCTPLNK=02, MODE=SERVER, APP=NBAP, LOCP1="10.186.39.1", PEERIP1="10.190.14.214", PEERPN=2001, LOGPORTFLAG=NO, VLANFLAG1=DISABLE, VLANFLAG2=DISABLE, SWITCHBACKFLAG=YES;
ADD SCTPLNK: SRN=2, SN=2, SCTPLNK=03, MODE=SERVER, APP=NBAP, LOCP1="10.186.39.1", PEERIP1="10.190.14.214", PEERPN=2002, LOGPORTFLAG=NO, VLANFLAG1=DISABLE, VLANFLAG2=DISABLE, SWITCHBACKFLAG=YES;
ADD UNDEB: NodeBName="W1614_50601-01K", NodeBId=1614, SRN=2, SN=2, SSN=03, Tn1BearerType=IP_TRANS, IPTRANSAPARTIND=NOT_SUPPORT, NodeBProtClVer=R9, HostType=SINGLEHOST, SharingType=DEDICATED, CnOpIndex=0;
ADD UNDEBOLC: NodeBName="W1614_50601-01K";
ADD UNDEBALGOPARA: NodeBName="W1614_50601-01K", NodeBldcAlgoSwitch=NODEB_CREDIT_LDR-1&LCC_CREDIT_LDR-1, HsupaCConsumeSelection=GBR;
ADD UNDEBALDR: NodeBName="W1614_50601-01K";
ADD ADJMODE: ANI=08, NAME="W1614_50601-01K", NODET=IUB, NODEID=1614, TRANS=IP;
ADD ADJMAP: ANI=08, IFT=IUB, TRANS=IP, CNMGNODE=SHARE, TMIGLD=50, TMISLV=51, TMIBR2=52, FTI=2;
ADD UNDCP: NodeBName="W1614_50601-01K", CARRYLNKT=SCTP, SCTPLNK=02;
ADD UNDCP: NodeBName="W1614_50601-01K", PH=08, CARRYLNKT=SCTP, SCTPLNK=03;
ADD IPPATH: ANI=08, PATHID=0, IFT=IUB, TRANS=IP, PATH=EF, IPADDR="10.186.39.1", PEERIPADDR="10.190.14.214", TXSN=100000, RXSN=100000, CARRYFLAG=NULL, VLANFLAG=DISABLE, PATHCHK=DISABLED;
ADD IPPATH: ANI=08, PATHID=1, IFT=IUB, TRANS=IP, PATH=AF43, IPADDR="10.186.39.1", PEERIPADDR="10.190.14.214", TXSN=100000, RXSN=100000, CARRYFLAG=NULL, VLANFLAG=DISABLE, PATHCHK=DISABLED;
ADD IPPATH: ANI=08, PATHID=2, IFT=IUB, TRANS=IP, PATH=AF23, IPADDR="10.186.39.1", PEERIPADDR="10.190.14.214", TXSN=100000, RXSN=100000, CARRYFLAG=NULL, VLANFLAG=DISABLE, PATHCHK=DISABLED;
ADD IPPATH: ANI=08, PATHID=3, IFT=IUB, TRANS=IP, PATH=AF13, IPADDR="10.186.39.1", PEERIPADDR="10.190.14.214", TXSN=100000, RXSN=100000, CARRYFLAG=NULL, VLANFLAG=DISABLE, PATHCHK=DISABLED;
ADD UNDEBIP: NODEBID=1614, NBTRANS=IPTRANS_IP, NBIPOMASK="10.190.114.214", NBIPOMASK="255.255.255.252", IPSRN=2, IPSN=22, IPLOGPORTFLAG=NO, VLANFLAG=DISABLE;
ADD ULOCELL: NODEBNAME="W1614_50601-01K", LOCELL=16141;
ADD ULOCELL: NODEBNAME="W1614_50601-01K", LOCELL=16142;
ADD ULOCELL: NODEBNAME="W1614_50601-01K", LOCELL=16145;
ADD ULOCELL: NODEBNAME="W1614_50601-01K", LOCELL=16146;
ADD ULOCELL: NODEBNAME="W1614_50601-01K", LOCELL=16143;
ADD ULOCELL: NODEBNAME="W1614_50601-01K", LOCELL=16147;
ADD USAC: CnOpIndex=0, LAC=2001, SAC=16141;
ADD USAC: CnOpIndex=0, LAC=2001, SAC=16142;
ADD USAC: CnOpIndex=0, LAC=2001, SAC=16145;
ADD USAC: CnOpIndex=0, LAC=2001, SAC=16146;
ADD USAC: CnOpIndex=0, LAC=2001, SAC=16143;
ADD USAC: CnOpIndex=0, LAC=2001, SAC=16147;
ADD UCELLQUICKSETUP: CellId=16141, CellName="W1614A1", CnOpGrpIndex=0, BandInd=Band1, UARFCNUpLink=9687, UARFCNDownLink=10637, PScrambCode=51, TCell=CHIP0, LAC=2001, SAC=16141, CfgRacInd=REQUIRE, RAC=201, SgId=1, URANUM=D1, URAI=101;
ADD UCELLQUICKSETUP: CellId=16142, CellName="W1614B1", CnOpGrpIndex=0, BandInd=Band1, UARFCNUpLink=9687, UARFCNDownLink=10637, PScrambCode=52, TCell=CHIP256, LAC=2001, SAC=16142, CfgRacInd=REQUIRE, RAC=201, SgId=1, URANUM=D1, URAI=101;
ADD UCELLQUICKSETUP: CellId=16143, CellName="W1614C1", CnOpGrpIndex=0, BandInd=Band1, UARFCNUpLink=9687, UARFCNDownLink=10637, PScrambCode=53, TCell=CHIP0, LAC=2001, SAC=16143, CfgRacInd=REQUIRE, RAC=201, SgId=1, URANUM=D1, URAI=101;
ADD UCELLQUICKSETUP: CellId=16145, CellName="W1614A2", CnOpGrpIndex=0, BandInd=Band1, UARFCNUpLink=9663, UARFCNDownLink=10613, PScrambCode=51, TCell=CHIP0, LAC=2001, SAC=16145, CfgRacInd=REQUIRE, RAC=201, SgId=1, URANUM=D1, URAI=101;
ADD UCELLQUICKSETUP: CellId=16146, CellName="W1614B2", CnOpGrpIndex=0, BandInd=Band1, UARFCNUpLink=9663, UARFCNDownLink=10613, PScrambCode=52, TCell=CHIP256, LAC=2001, SAC=16146, CfgRacInd=REQUIRE, RAC=201, SgId=1, URANUM=D1, URAI=101;

```

Figura 43. Ejemplo script RNC

Fuente: Elaboración propia

De igual forma se debe buscar un script de configuración para el NodeB que contenga las características similares en cuanto a sectores, radios, celdas y se deben modificar manualmente todos los parámetros relacionados con RF, direccionamiento IP, señalización, control, celdas, sectores, frecuencias entre otros.

En este sentido, la siguiente imagen muestra una porción pequeña del *script* de NodeB requerido para ser cargado en el servidor FTP para luego ser ejecutado desde el NodeB de forma remota por medio de comandos.

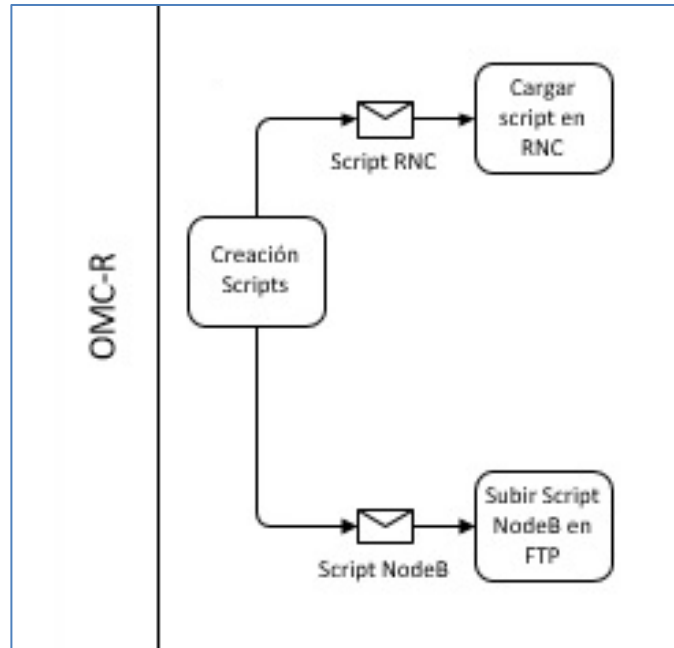


Figura 45. Etapa # 3.

Fuente: Elaboración propia.

En caso de que los comandos con errores no sean revisados a tiempo, puede provocar la falta de algún parámetro de importancia a nivel de RF que afecte la calidad de los servicios de la radio base.

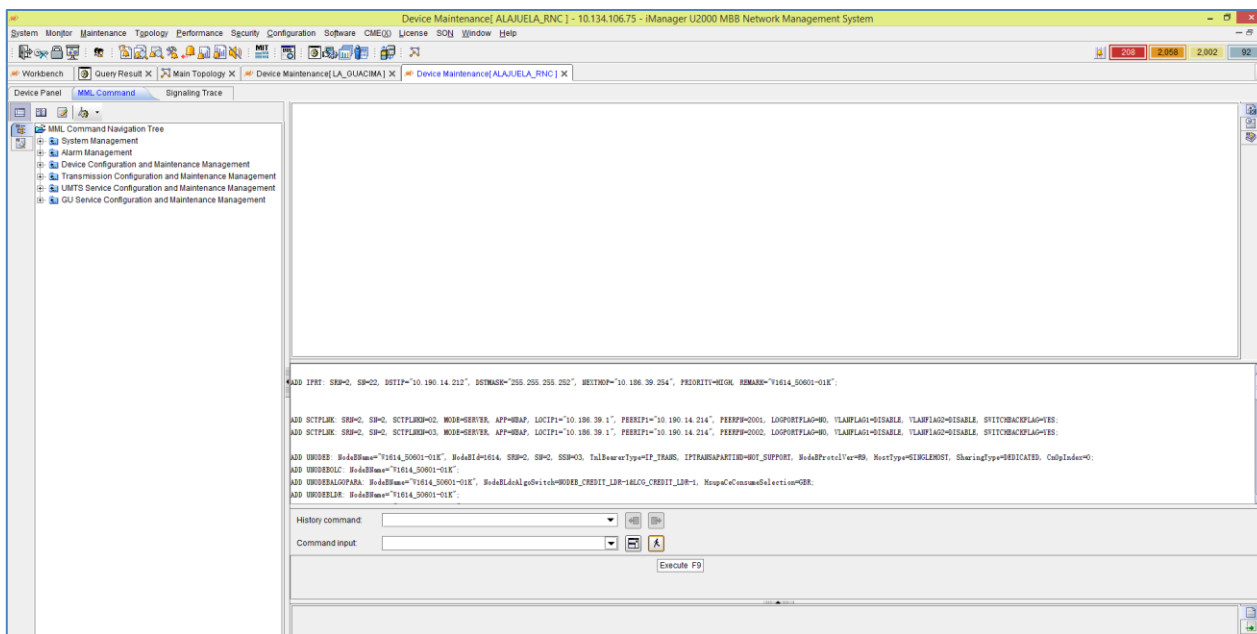


Figura 46. Ejecución Script en RNC.

Fuente: Elaboración propia.

Con respecto al *script* de NodeB, este se debe subir a un servidor FTP dedicado para este fin para luego por medio de comandos desde el MML del Nodo ser ejecutado y activado para que la configuración del script se haga efectiva.

Etapa # 4: Una vez que se tiene gestión sobre el NodeB y el *script* de configuración se encuentra en el servidor FTP, se procede a activarlo por medio de comandos.

La siguiente imagen muestra las líneas de comando que son requeridas ejecutar desde el NodeB; esto permite que el NodeB obtenga todos los parámetros de configuración necesarios para brindar los diferentes servicios de voz y datos en la zona a cubrir:

```
DLD CFGFILE:MODE=IPV4,IP="10.134.102.232",USR="ftpuser",PWD="Ftp123",DIR="/ftproot/RETS/",FN="CFGDATA.XML",AF=ACTIVE,ENCRYPTMODE=UNENCRYPTED;  
ACT CFGFILE:EFT=IMMEDIATELY;
```

Figura 47. Ejecución script NodeB.

Fuente: Elaboración propia.

Al realizar la activación del *script* el NodeB, se reinicia y actualizan los valores de software, aplicativo y funciones insertadas en este.

Los pasos siguientes son realizar las demás configuraciones en el NodeB y RNC desde el gestor U2000. Estos parámetros consisten en cargar licencia de recursos del NodeB, ejecutar *scripts* de vecinas (Incluidos en la ficha técnica), configuración de Rets que permiten por medio remoto ajustar los valores de Tilt eléctrico en un sector, monitoreo de KPIs, habilitación de servicios HSDP+ entre otros.

La forma de cargar licencia en el NodeB se realiza desde el gestor U2000, en la opción License, NodeB y buscar por RNC el nodo por actualizar como se muestra en la imagen siguiente:

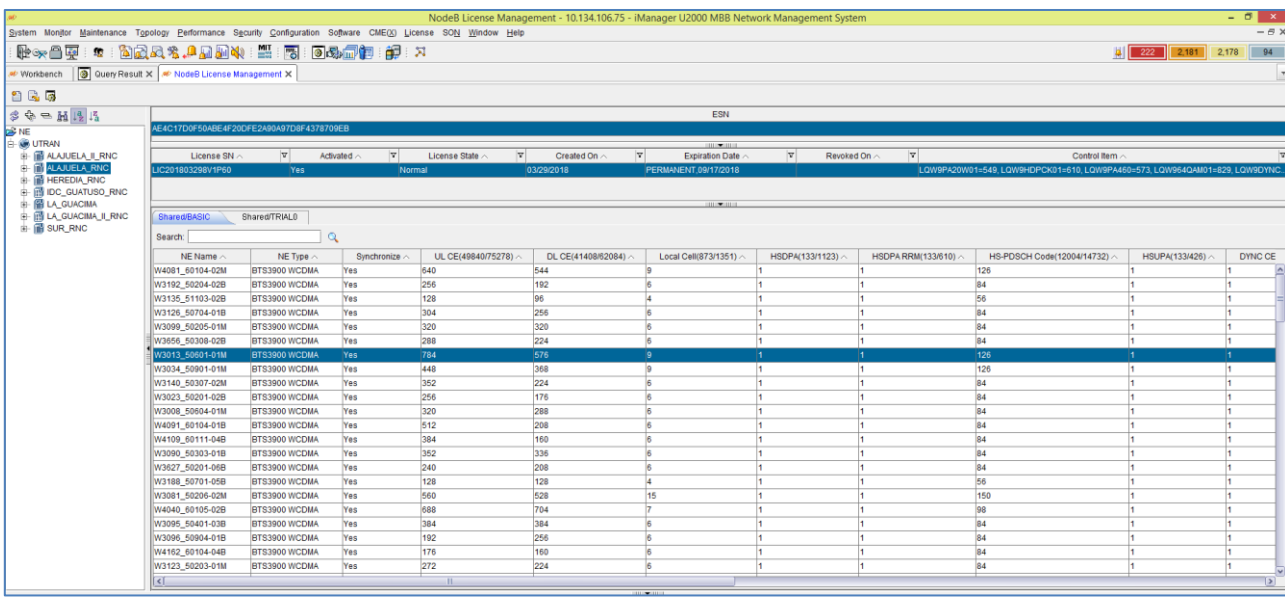


Figura 48. Actualizar licencia NodeB

Fuente: Elaboración propia

Eta # 5: esta es la última etapa del proceso y consiste en realizar un análisis exhaustivo de parámetros y verificación de alarmas en el NodeB, con el fin de activar las celdas e informar por medio de correo electrónico a los responsables del seguimiento estadístico del sitio sobre la puesta en operación comercial de la radio base móvil 3G.

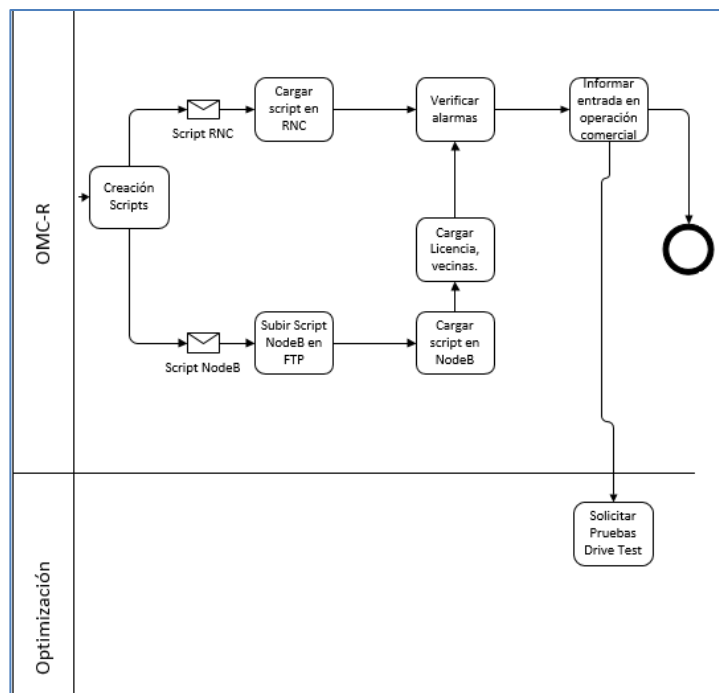


Figura 49 Etapa 5.

Fuente: Elaboración propia

Al informar que el NodeB está operativo, se deben hacer pruebas de Drive test y análisis de KPIs, realizadas por el departamento de optimización para determinar si el sitio está cumpliendo con los valores de cobertura y señal para los cuales se solicitó su integración. Estas tareas son realizadas por departamentos externos al OMC-R y en caso de presentarse algún error por medio electrónico se realiza la solicitud de revisión.

La siguiente imagen representa los análisis de Drive Test realizados a un NodeB, donde lo que se busca es realizar diferentes pruebas donde se miden niveles de señal, ruido, mensajería, datos, señalización, se realizan pruebas de llamadas

salientes, entrantes y pruebas de movilidad handover para determinar si todos los servicios están ajustados a los valores solicitados.



Figura 50. Drive Test 3G

Fuente: Elaboración propia.

Debido a la gran cantidad de etapas, procesos, análisis y detalles que debe llevar la realización de los *scripts* para la puesta en operación comercial de radio bases móviles 3G es que se hace vital el aplicativo propuesto para el departamento ya que permitirá establecer estándares, lineamientos y políticas de uso interno para la elaboración de dichos *scripts* con lo cual se logra establecer una clara automatización del proceso y permite al departamento ser más eficiente en sus labores.

Un diagnóstico en sí es: "...la identificación, descripción y análisis evaluativo de la situación actual de la organización o del proceso en función de los resultados que se esperan y que fueron planteados en la misión. Es a la vez una mirada sistémica y contextual, retrospectiva y prospectiva, descriptiva y evaluativa." (Chaparro Salinas) ”

4.3 Diagnóstico técnico.

A continuación se explicara en detalle todas las capacidades técnicas de infraestructura, soporte y conocimiento que posee el departamento OMC-R de acuerdo al diagnóstico técnico realizado para la elaboración del presente proyecto.

Para determinar los componentes de infraestructura del departamento, primeramente es necesario conocer el tipo de tareas y modo de conectividad que utiliza el departamento para realizar las labores de O&M.

El OMC-R es un departamento de operación y mantenimiento de la red móvil ICE, sus tareas se ejecutan desde un modelo de conectividad descentralizada ya que por medio de la red local e inclusive fuera de la misma por medio de VPN (redes privadas virtuales) se tiene acceso y gestión sobre todos los equipos y elementos de la red móvil Kolbi.

Al respecto, la siguiente figura muestra el medio de conectividad que tiene el departamento con los elementos de red por medio de internet / red local.

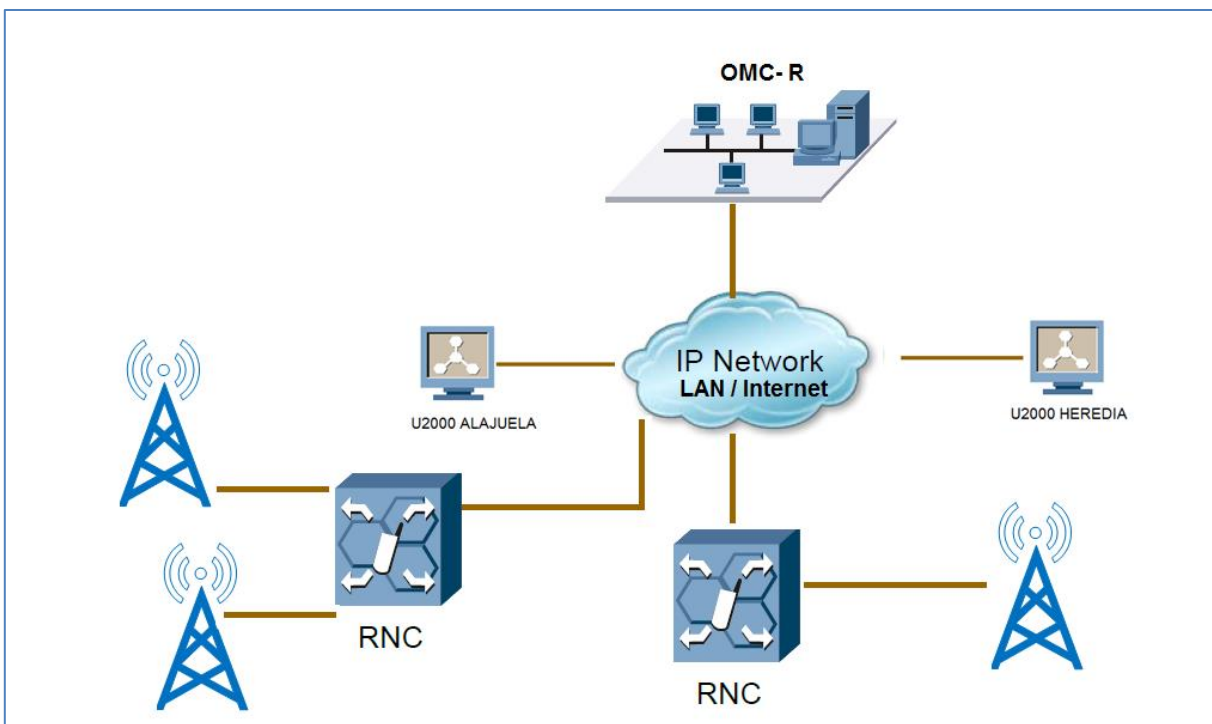


Figura 51. Conectividad OMC-R

Fuente: Elaboración propia

Esto permite que se tenga acceso en el caso de 3G a los servidores U2000 ubicados estratégicamente en lugares distintos (Heredia y Alajuela) para gestionar por medio de ellos toda la operación de los equipos, esta conectividad puede ejecutarse desde cualquier parte por lo que en algunos casos el departamento utiliza el teletrabajo como medio de realizar sus funciones.

Es por ello que el departamento no cuenta con equipos tecnológicos o infraestructura de TI robusta ya que los servidores y demás equipos de la red se encuentran ubicados en centrales aparte con ambientes controlados y seguridad continua; estos servidores y aplicaciones no serán manipulados para la elaboración

de la solución propuesta debido a que son equipos con lenguajes propietarios y mantienen contratos vigentes de operación y mantenimiento con el proveedor Huawei.

Con lo que sí cuenta físicamente el departamento es con computadoras de escritorio y portátiles para realizar labores de mantenimiento en la red. Existe además un computador principal donde se almacenan los *backups* de los nodos y que será utilizado para implementar el aplicativo.

Este servidor utiliza el sistema operativo Windows 7 y cuenta con sus respectivas licencias, este equipo será adaptado para almacenar el aplicativo y el acceso a la misma se realizará por medio de la red local. Para la elaboración del proyecto se tiene el aval de las jefaturas y TI para utilizar software libre de manera que no se incurran en gastos adicionales por concepto de licenciamiento o software.

Tabla 7. *Sistemas Operativos*

Sistema Operativo	Versiones	Cantidad
Windows	8.1	8
Windows	9	6
Windows	7	1

Fuente: Elaboración propia.

La elaboración del aplicativo este se realizará por medio de software libre Python que es un lenguaje de *scripting* independiente de plataforma y orientado a objetos,

preparado para realizar cualquier tipo de programa, desde aplicaciones Windows a servidores de red o incluso, páginas web. Es un lenguaje interpretado, ello significa que no se necesita compilar el código fuente para poder ejecutarlo, lo cual ofrece ventajas como la rapidez de desarrollo e inconvenientes como una menor velocidad.

Desde el punto de vista técnico, el software libre tiene ventajas que son innegables, tales como los escasos ataques por parte de virus informáticos, la compatibilidad con sistemas operativos propietarios, interoperabilidad plena entre sistemas, bajo costo o gratuidad, versiones más actualizadas y mejoradas en plazos más cortos, etc. (Salas, 2007).

Este lenguaje de programación posee una serie de ventajas que fueron tomadas en cuenta para su elección, entre las cuales se pueden citar:

- **Propósito general:** se pueden crear todo tipo de programas. No es un lenguaje creado específicamente para la web, aunque entre sus posibilidades sí se encuentra el desarrollo de páginas.
- **Multiplataforma:** hay versiones disponibles de Python en muchos sistemas informáticos distintos. Originalmente se desarrolló para Unix, aunque cualquier sistema es compatible con el lenguaje siempre y cuando exista un intérprete programado para él.

- **Acceso a base datos:** Python es compatible con múltiples bases de datos métodos y procesos de conexión, lectura y escritura de datos, para el proyecto se utilizara MySQL.
- **Interpretado:** quiere decir que no se debe compilar el código antes de su ejecución. En realidad sí que se realiza una compilación, pero esta se realiza de manera transparente para el programador.
- **Interactivo:** Python dispone de un intérprete por línea de comandos en el que se pueden introducir sentencias. Cada sentencia se ejecuta y produce un resultado visible, que puede ayudar a entender mejor el lenguaje y probar los resultados de la ejecución de porciones de código rápidamente.
- **Orientado a objetos:** la programación orientada a objetos está soportada en Python y ofrece en muchos casos una manera sencilla de crear programas con componentes reutilizables.
- **Funciones y librerías:** dispone de muchas funciones incorporadas en el propio lenguaje, para el tratamiento de *strings*, números, archivos, etc.
- **Sintaxis clara:** Python tiene una sintaxis muy visual, gracias a una notación indentada (con márgenes) de obligado cumplimiento.

La escogencia del software libre se realizó de acuerdo a las capacidades que posee para el procesamiento de los datos requeridos y como lo menciona Salas (2007) "es necesario que el programa que se elabore sea lo suficientemente rápido y eficiente en su procesamiento para que pueda ejecutarse y producir resultados con la velocidad que lo requiera el usuario".

A nivel técnico y con base en el diagnóstico operativo realizado, se puede determinar que el departamento OMC-R cuenta con herramientas tecnológicas necesarias (computadoras, soporte, infraestructura entre otros), a su vez todo el personal está adaptado y capacitado para utilizar herramientas tecnológicas por lo cual el incorporar una aplicación que permita automatizar las tareas realizadas actualmente por los técnicos, no será de ninguna complejidad para el grupo.

Adicionalmente se puede determinar que al ser una herramienta de código abierto no se necesitará adquirir ningún soporte o licencia lo que facilita la implementación del aplicativo.

A nivel de soporte, en el departamento existe personal con conocimientos amplios en programación y uso de herramientas de software libre por lo que el soporte será fundamental en la elaboración del proyecto.

Dicha aplicación tendrá acceso por medio web desde la red interna de la oficina y será instalada en un computador dedicado para dicho fin, esto ayudará a que las

computadoras de los usuarios no deban tener ningún software que pueda causar problemas en su funcionamiento.

En etapas posteriores el aplicativo será capaz de incorporar otras funcionalidades que permitan replicar el proceso para elaborar *scripts* de configuración en otras tecnologías y configuraciones más complejas de radio bases móviles.

4.4 Conclusión del diagnóstico.

En este apartado se detalla a modo de conclusión los resultados obtenidos, analizados y verificados con los diagnósticos realizados con anterioridad, donde se demuestra que el proceso actual de elaboración de *scripts* se realiza de una forma desorganizada y sin ningún tipo de lineamiento, procedimiento ni herramienta alguna que permita llevar un control de dicho proceso.

Es por esto que las brechas observadas en la elaboración de este proceso son considerables tomando en cuenta que las herramientas, infraestructura y conocimiento humano existe en dicho departamento, esto se ve reflejado en el bajo desempeño que el personal del departamento tiene actualmente en relación con la cantidad de tiempo que actualmente dedican a labores de integración de radio bases móviles 3G.

Esta problemática claramente se verá solucionada con la implementación de una herramienta informática que les permita llevar un control completo de las

integraciones y que a su vez permita disminuir el tiempo de elaboración de los *scripts* necesarios para lograr poner en operación comercial una radio base 3G.

Es así como: “La mejora continua de procesos optimiza los procesos existentes, eliminando las operaciones que no aportan valor y reduciendo los errores o defectos de los procesos actuales” (Gestión por procesos 2005).

Con la automatización de dicho proceso todas las demás labores de operación y mantenimiento podrán realizarse de una forma más ágil y oportuna lo cual permitirá a la empresa incrementar sus recursos económicos más rápidamente cada vez que se solicite integrar una radio base móvil 3G.

Otra clara oportunidad que tendrá este proyecto es que en otras etapas se podrá replicar dicho proceso automatizado a otras tecnologías y con ello mejorar el desempeño del departamento y permitirá a la empresa continuar como líder en telecomunicaciones a nivel nacional, con lo cual se generan mayores recursos económicos y clientes en un menor tiempo. Adicionalmente se tiene la ventaja de contar con autorización por parte de las jefaturas para utilizar herramientas y software libre lo que permitirá reducir costos y trabajar en el aplicativo de forma inmediata.

CAPÍTULO V

PROPUESTA DEL PROYECTO

En los primeros capítulos se explican ciertos componentes básicos, teoría e información importante como parte esencial del desarrollo del proyecto, para definir una propuesta concreta. Ahora el enfoque de este capítulo va orientado hacia el diseño y construcción del prototipo formulado para la optimización del proceso de elaboración de *scripts*.

Esta propuesta servirá como plan de mejora continua para la institución, brinda beneficios a la organización y al departamento pues se logra alinear el departamento con nuevas tendencias y procesos automatizados por medio de la utilización de un aplicativo que permita optimizar y agilizar el proceso de elaboración de *scripts*.

Como se mencionó en el capítulo 4 para la realización de dicho proyecto el departamento cuenta con recursos de hardware, software y la autorización por parte de las jefaturas para utilizar todos los insumos detallados en el diagnóstico técnico; por ello se aprovecharán tales insumos para desarrollar e implementar un aplicativo que permita automatizar, estandarizar y agilizar el proceso de elaboración de *scripts* necesarios para poner en operación comercial una radio base móvil 3G en el departamento OMC-R.

5.1 Modelo de proceso para el desarrollo de *scripts*.

En este apartado, se pretende detallar el diseño, construcción e implementación de cada uno de los elementos que componen las distintas etapas del proceso optimizado, las cuales serán explicadas más adelante a través de diagramas esquemáticos, para el entendimiento de su funcionalidad dentro del sistema.

5.1.1 Proceso optimizado.

Tomando como referencia la experiencia del proveedor Huawei en cuanto a la organización de sus procesos en la implementación de radio bases móviles 3G, así como opiniones y recomendaciones obtenidas de las jefaturas y personal técnico del departamento, se realiza un modelado del proceso optimizado que se detalla mediante el siguiente diagrama, donde se evalúan, proponen y definen cuáles son los procesos, tareas y fases propuestas que deben ejecutarse con el aplicativo para la correcta optimización del proceso actual.

Asimismo, se incluye el diagrama explicativo del proceso actual de forma que sirva de comparación entre ambos procesos...

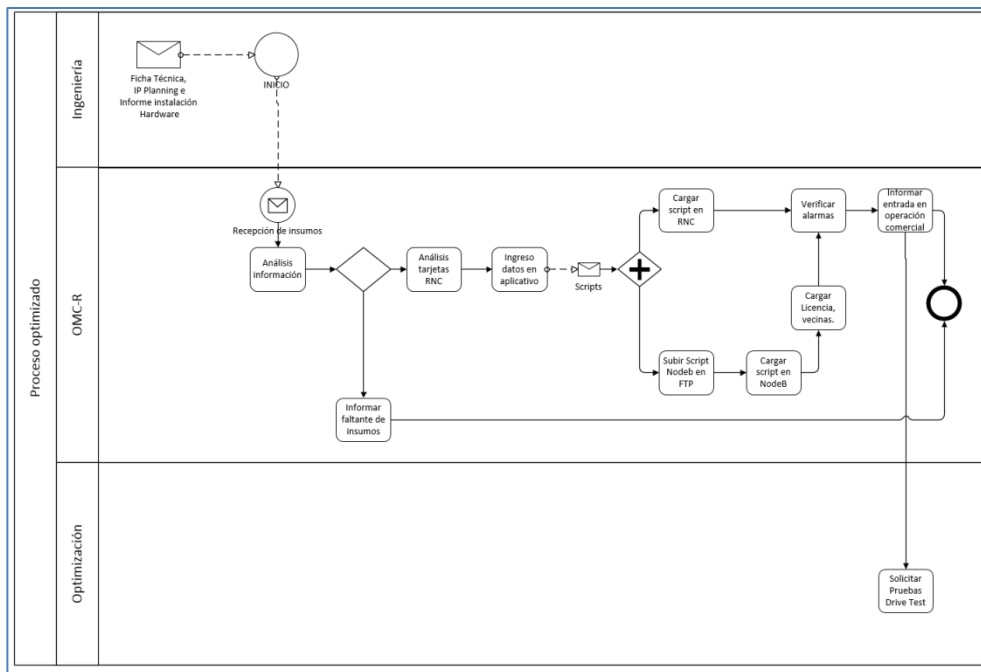


Figura 52. Proceso elaboración scripts optimizado

Fuente: Elaboración propia.

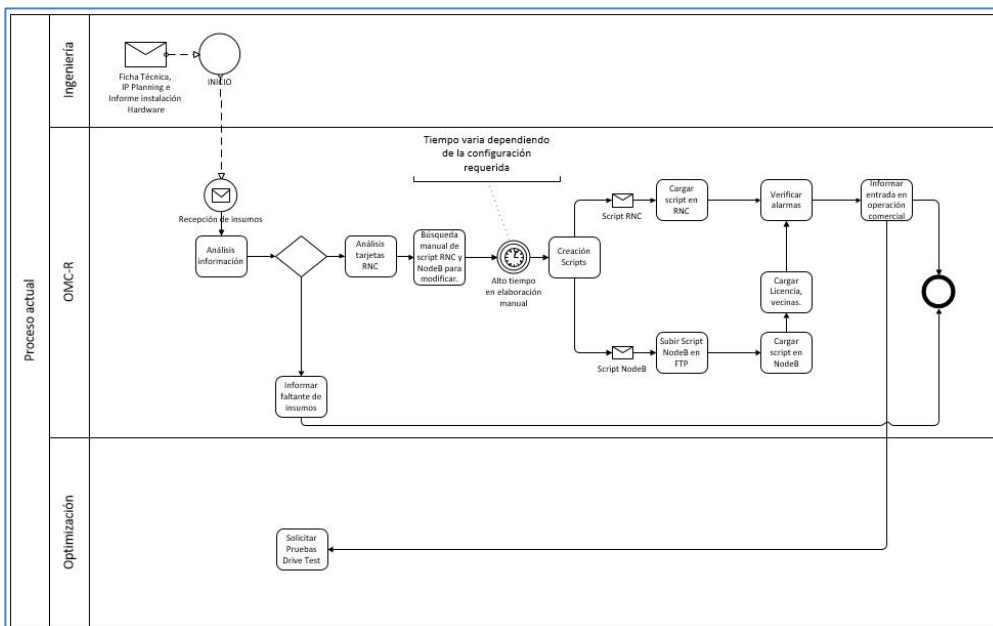


Figura 53. Proceso actual

Fuente: Elaboración propia

Como lo expresa Varas (2000). Lo propuesto corresponde a una solución general que debe ser adaptada a las realidades particulares de la organización donde se implantará.

Para que el proceso funcione de la forma más eficiente, se propone disminuir la cantidad de etapas que conlleva actualmente realizar todo el trabajo, pasando de 6 etapas en el método antiguo a solo 4 etapas en la nueva propuesta optimizada; además, estas 4 etapas se distribuirán de manera que se puedan dividir todas las tareas del proceso en 3 fases principales que serán detalladas de una forma completa más adelante.

Lo que se busca con esta nueva distribución de tareas es, en primera instancia, que todo el proceso tenga una mayor fluidez desde el inicio hasta el final; asimismo que en la parte inicial del proceso se detecte cualquier error o inconsistencia por medio de la verificación profunda de los archivos recibidos y del análisis estadístico de tarjetas en la RNC, siempre y cuando el contenido de toda la documentación esté completo; de lo contrario esa fase se detiene, y se aprovecha el tiempo en otras labores, lo que permite optimizar el tiempo utilizado para otras funciones.

Por otra parte, al unificar las tareas relacionadas al análisis de archivos y estadísticas de RNC se logra hacer un levantamiento de requerimientos y parámetros de forma más completa, ordenada y documentada, ello permite tener

toda la información requerida a mano para ser ingresada al aplicativo de manera más ágil, completa y sin errores.

Este proceso actualmente se realiza de forma separada y sin seguir procedimientos ni lineamientos; sin embargo por la importancia del proceso se debe realizar de todas formas; el aplicativo busca estandarizar, documentar y ordenar cada uno de los pasos necesarios para realizar todo el proceso de integración radio bases móviles 3G.

Otra mejora sustancial se verá reflejada en el tiempo requerido para realizar los *scripts* ya que el proceso automatizado necesitará mucha menor información para realizarlos e internamente dará formato a cada uno por aparte, lo que permite disminuir considerablemente el tiempo de elaboración en comparación con el proceso realizado actualmente de forma manual.

Como se indicó anteriormente, el proceso completo se debe reorganizar en 3 fases principales, buscando ordenar, mejorar, optimizar, agilizar y estandarizar las actividades realizadas por el proceso actual; asimismo se deben establecer roles de usuarios, perfiles y políticas de seguridad que serán explicadas con mayor detalle en el desarrollo del presente capítulo.

5.1.2 Fases del proceso.

Como se indicó con anterioridad y basados en los diagnósticos realizados, experiencia del proveedor y recomendaciones de las jefaturas del departamento, se

proponen 3 fases principales con las cuales se debe reestructurar el actual proceso, de manera que se pueda lograr el cumplimiento de los objetivos planteados en el proyecto buscando la optimización y automatización del proceso de elaboración de *scripts*.

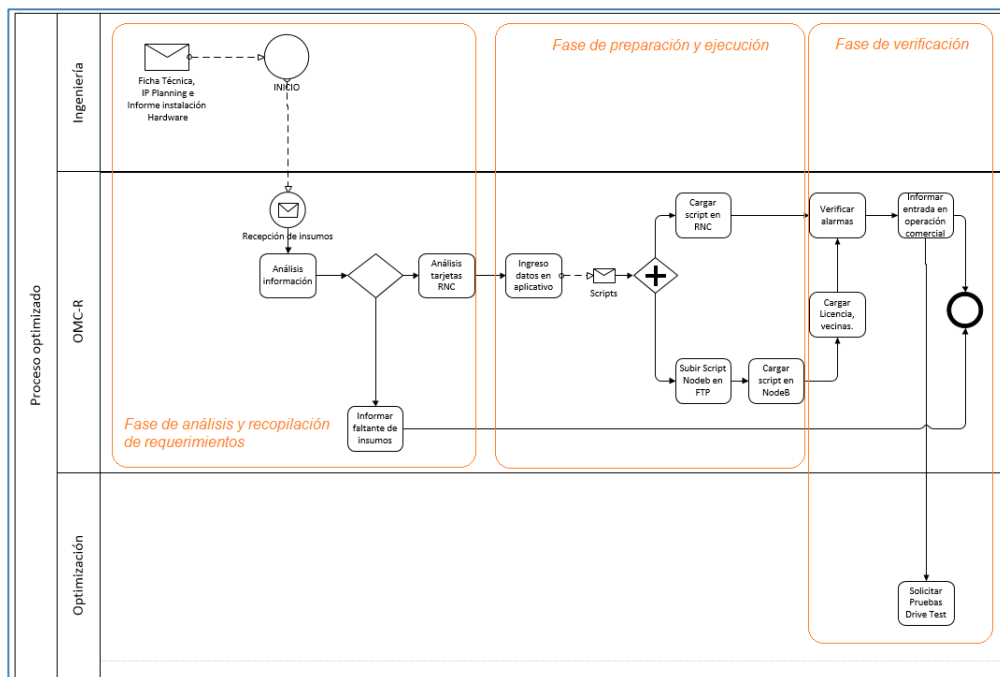


Figura 54. Fases proceso optimizado

Fuente: Elaboración propia

Basado en lo anterior se propone que el proceso deba dividirse en 3 fases principales:

- Fase de análisis y recopilación de requerimientos.
- Fase de preparación y ejecución.

- Fase de verificación.

Cada fase ha sido diseñada de manera que los procesos y tareas a ejecutarse en cada una de ellas permitan que el proceso fluya de manera ágil y continua, permitiendo un mejor aprovechamiento de los recursos y del tiempo en el departamento.

Es importante hacer una toma de requerimientos, pues son los que nos van a permitir saber qué orientación deben tomar las pruebas para poder realizar una estimación de la planificación, con el propósito de identificar los tiempos de entregas y finalización del proyecto y los recursos necesarios (Fernández, 2010).

A continuación se detallará toda la información, tareas, procesos y demás datos involucrados en cada fase del proceso optimizado propuesto y se explicará cada paso por realizar en comparación con los realizados actualmente para lograr el correcto entendimiento, análisis de ventajas y comparación de ambas formas de elaborar el trabajo.

Fase de análisis y recopilación de requerimientos: esta fase propuesta es la inicial del proceso e incluye la etapa #1 del diagrama anterior. Tiene la función principal de identificar, verificar y recopilar toda la información requerida para continuar con la integración.

A nivel interno esta fase se divide en 2 tareas principales, la primera es donde se realiza la verificación de los archivos (Ficha Técnica, IP Planning y Hardware) que son recibidos en el departamento cada vez que se solicita la implementación de una radio base nueva 3G, estos archivos han sido explicados a detalle en el diagnóstico operativo organizacional presente en el capítulo IV.

La segunda tarea asociada a esta fase es el análisis estadístico de tarjetas y parámetros en la RNC que tiene como principal función recopilar cada uno de los parámetros y valores requeridos para ser ingresados al aplicativo en la fase posterior del proceso; esta segunda tarea se lleva a cabo solo si toda la información verificada en la tarea anterior está completa, de lo contrario se informa al personal encargado y el proceso finaliza.

Esta primera fase del proceso es de mucha importancia ya que es la encargada de recopilar toda la información requerida para ser usada en las demás fases del proceso.

En el proceso actual esta revisión se realiza de una forma desordenada, sin lineamientos ni estándares, únicamente se verifican los archivos de Excel y no los *scripts* e información contenida en ellos, relacionada con la elaboración vecindades con nodos cercanos; aparte, en ocasiones, dicha información viene con errores y duplicidad de parámetros no detectados en esta etapa, sino cuando ya se han

elaborado los *scripts*, ello provoca pérdida de tiempo al tener que realizar cambios en dichos parámetros.

Debido a lo expuesto anteriormente y como parte de la búsqueda del mejoramiento, agilidad y optimización del proceso actual, se propone que en esta fase se realice tanto la revisión de los archivos de una manera más completa, incluyendo *scripts* de vecinas y parámetros de RF, así como también el análisis estadístico de RNC; esto permite que toda la información sea recopilada de una manera completa, detallada y sin errores, toda esta información será documentada por medio de plantillas que sean utilizadas para el llenado de cada uno de los parámetros requeridos, lo cual permite tener una base de conocimiento y consulta para cada nodo, además esta tarea podría ser asignada a una persona exclusivamente.

Fase de preparación y ejecución: esta fase permite, por medio del aplicativo, preparar y obtener los *scripts* necesarios para ser ejecutados en cada elemento de red requerido para la puesta en operación comercial de una radio base móvil 3G.

Esta parte del proceso permite optimizar, estandarizar y ordenar los *scripts* por medio del aplicativo propuesto; esta fase abarca las etapas # 2 y # 3, detalladas en el diagrama del proceso optimizado, las cuales serán explicadas en detalle más adelante en el desarrollo del presente capítulo.

Como se ha mencionado anteriormente, esta fase permite obtener ambos *scripts* listos, ordenados y estructurados con el formato propuesto para ser ejecutados en los diferentes elementos de red; actualmente este proceso se realiza de forma manual modificando cada *script* (RNC y NodeB) lo cual hace este proceso, exhaustivo, complejo, demorado y expuesto a errores humanos; por este motivo el aplicativo propuesto será de gran utilidad pues internamente el sistema se encargará de modificar y actualizar todos los parámetros requeridos en ambos *scripts* de forma automática (RNC y NodeB) y se ha diseñado de forma que sea sencillo de utilizar, solamente ingresando ciertos parámetros y con ello se puedan generar ambos *scripts* de manera automatizada.

Al disminuir el tiempo y trabajo requerido en esta fase, el proceso se logra agilizar considerablemente ya que en el actual modelo de trabajo, esta etapa es donde se utiliza la mayor cantidad del tiempo y recursos debido a la delicadeza del proceso y cantidad de parámetros a modificar. Asimismo, en posteriores versiones del aplicativo, se pueden estandarizar otro tipo de configuraciones que permitan agilizar aún más el proceso, el cual por salirse del contexto actual del proyecto, se indicarán a modo de recomendaciones para ser tomadas en cuenta en futuras versiones del aplicativo.

Fase de verificación: esta es la última fase del proceso optimizado y tiene la función principal de depurar el nodo; acá se realizan labores de verificación de alarmas, parámetros, estadísticas, KPIs entre otros. Estas tareas se realizan antes

de activar las celdas y colocar el sitio en operación comercial, si todo está correcto se procede a informar por medio de correo electrónico a todas las partes encargadas de procesos posteriores.

En el modelo actual de trabajo en esta etapa se realiza la ejecución de scripts de vecinas incluidas en las fichas técnicas pero no se realiza la revisión de los mismos con anterioridad y en muchas ocasiones dichos *scripts* traen errores de sintaxis, parámetros y valores, lo cual ocasiona que el NodeB no pueda entrar en operación comercial hasta que se informe al departamento encargado y se reciban nuevamente corregidos; este proceso se mejora con el modelo propuesto ya que este tipo de problemas se detectarían en la fase inicial del proceso; ello permite que una radio base al ingresar a esta última fase ya cuente con todo los insumos requeridos para entrar en operación comercial.

Como parte de las tareas en esta fase de verificación, se deben activar las celdas del sitio, verificar alarmas, licencias e informar a los demás departamentos para realizar las diferentes pruebas de drive test y cobertura que son ajenas al departamento OMC-R.

5.1.3 Roles y perfiles de usuario.

Para la utilización del aplicativo se han determinado ciertos roles y perfiles a los usuarios que tendrán acceso al aplicativo. Esta información ha sido determinada por

las jefaturas del proceso buscando establecer políticas de seguridad y protección a la información del departamento.

A continuación se explican cada uno de los términos:

- **Rol:** es el nombre con el que se conoce de forma técnica a un conjunto de perfiles asignados a los usuarios para el ingreso y utilización del aplicativo. Es una colección o conjunto de permisos a los que tendrá acceso el usuario dependiendo de sus funciones. En el caso del proyecto planteado se establecerán 2 tipos de roles (Administrador y usuario).

Rol Administrador: es el rol con privilegios de administrador, permite realizar todo tipo de modificaciones en el sistema, creación de usuarios, cambios de programación en la aplicación entre otros.

Rol usuario: se refiere al rol común que tendrán los diferentes usuarios del aplicativo, en este rol de igual forma habrán usuarios con privilegios superiores a los demás (administradores) dependiendo de las funciones que ejecute cada uno.

- **Perfil:** se refiere a la descripción detallada de las posibles transacciones y accesos a los que tendrá un usuario específico. Dependiendo del tipo de

perfil el usuario puede incluirse dentro de los 3 perfiles establecidos (avanzado, básico y normal).

Perfil avanzado: permite al usuario tener acceso a todos los comandos de modificación, creación y ejecución en el sistema, este perfil es dedicado para los usuarios administradores.

Perfil básico: como su nombre lo indica el perfil básico será el establecido para usuarios sin privilegios para modificar ni ejecutar tareas en el aplicativo, este tipo de perfil será usado principalmente en otras versiones del aplicativo donde se pueda permitir el acceso a la herramienta, en caso de convertirse en una plataforma de consulta como se ha indicado en el apartado de recomendaciones.

Perfil normal: este perfil será el utilizado por el personal del departamento ya que permite ejecutar, crear y manipular el aplicativo para ser utilizado en la creación de los *scripts* requeridos y será asociado al tipo de usuario gestor de sistema.

Basado en los roles y perfiles establecidos para el uso del aplicativo, se propone la creación de 3 tipos de usuarios que tendrán diferentes funciones y tipos de acceso acorde a sus labores, estos usuarios serán los siguientes:

- **Restringido:** es un usuario que posee acceso limitado al aplicativo. Este tipo de usuario será utilizado en versiones posteriores de la herramienta donde se pueda utilizar dicho aplicativo como una solución integral de consulta para usuarios especificados.
- **Administrador del sistema:** el usuario que posee perfil avanzado y rol de administrador. Este usuario posee acceso a todos los elementos del aplicativo para realizar labores de mantenimiento, creación, modificación, manipulación de perfiles y usuarios.
- **Gestor del sistema:** este será el perfil común del sistema, permite a los usuarios gestionar, crear y ejecutar la creación de los *scripts*. Será el tipo de usuario común para el personal del departamento OMC-R, lo cual le permite utilizar la herramienta para el fin propuesto.

Estos perfiles y roles serán asignados dependiendo del tipo de usuario que tenga acceso al aplicativo y con base en lo indicado por las jefaturas del departamento. En la siguiente imagen se muestran los tipos de rol, perfil y usuarios establecidos:

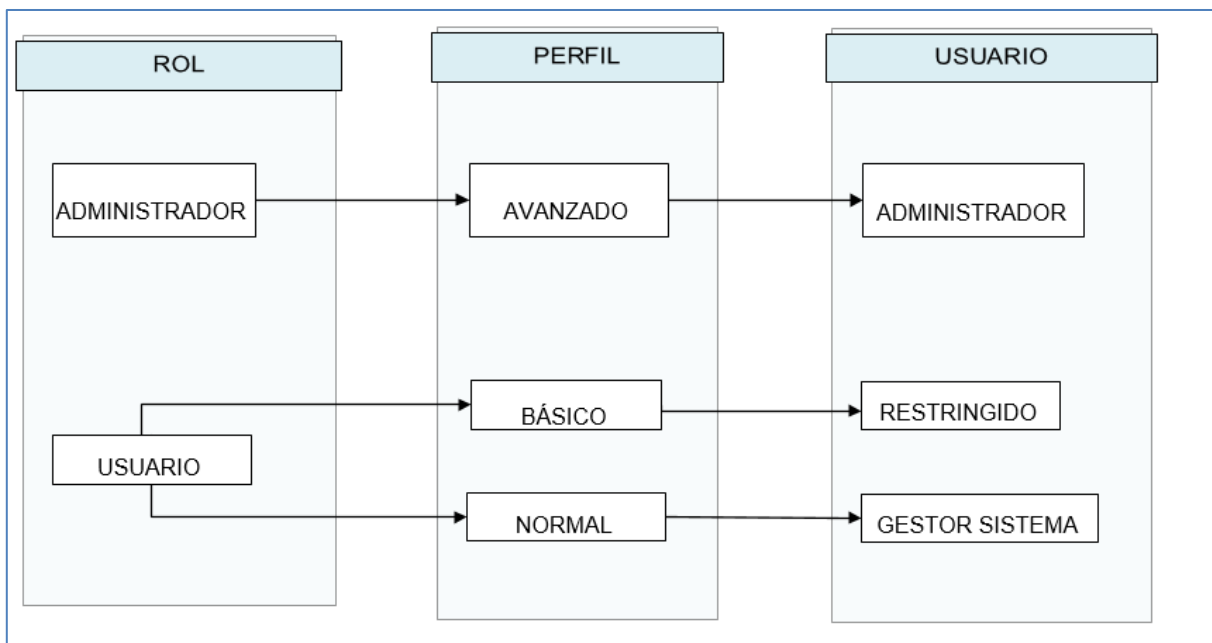


Figura 55. Perfiles, roles y usuarios.

Fuente: Elaboración propia.

La implementación de roles y perfiles tendrá su mayor objetivo en versiones posteriores del aplicativo pues se busca que la herramienta no sea solamente utilizada para la creación de *scripts*; sino que se convierta en una solución integral para el departamento y como parte de una posible base de conocimiento y consulta donde se puedan incluir *scripts*, configuraciones diferentes, manuales, procedimientos y demás información de utilidad para los usuarios del sistema.

5.1.4 Políticas de seguridad.

La información contenida en el aplicativo y obtenida de los diagnósticos y fuentes consultadas referentes al proceso realizado en el departamento OMC-R es considerada de carácter confidencial debido a políticas internas de la empresa.

Con base en lo anterior, el acceso será permitido únicamente al personal del departamento OMC-R y según valoraciones posteriores, se podría permitir el acceso a otro tipo de personal bajo el rol restringido para realizar solamente consultas de los *scripts* u otro tipo de información, según lo autoricen las jefaturas del departamento.

5.2 Diseño sistema de elaboración *scripts*.

En el siguiente apartado se detallará el formato, diseño, estructura, arquitectura y elementos que serán necesarios para la implementación del aplicativo propuesto.

El diseño de los *scripts* será realizado de tal forma que por medio del aplicativo se establezcan plantillas o estándares los cuales serán implementados para ordenar la estructura y contenido de los mismos.

5.2.1 Estandarización de *scripts*.

Tomando como referencia los diagnósticos realizados, información y sugerencias indicadas por el personal técnico y jefaturas del departamento, se procede a realizar un modelo que permita estandarizar la estructura y parámetros contenidos en ambos *scripts* (RNC y NodeB) para lo cual se han definido las siguientes indicaciones:

- El formato del *script* de NodeB debe tener una extensión .xml
- El formato del *script* para RNC debe tener una extensión .txt

- En el caso de ambos *scripts* (RNC y NodeB) estos deben estar estructurados en 3 capas, áreas o secciones principales distribuidas de acuerdo con los protocolos, parámetros e información relacionada con cada interface a configurar.

La siguiente figura ilustra la estructura que se propone tengan los *scripts* tanto de RNC como de NodeB; se busca con ello estandarizar el formato y permitir una mejor comprensión de cada parte del *script*, en caso de requerir algún cambio en parámetros ya establecidos. Los *scripts* serán divididos en bloques por grupos de comandos y protocolos para cada capa, donde cada una de ellas contiene todos los comandos requeridos para el establecimiento, control y señalización utilizados en las diferentes interfaces IuB, IuCs y IuPs.

```

400 IPRT: Srv=01, Srv=20, DSTIP="10.190.38.136", DSTMASK="255.255.255.252", NEXTHOP="10.190.38.136", PRIORITY=100, REVERSE="10.190.38.136";
400 UNDOE: NodeName="10.190.38.136", NodeId=1792, Srv=01, Srv=20, Srv=01, Tr1BearerType=IP_TRANS, IPTRANSFARTIND=NOT_SUPPORT, NodeProtClver=09, HostType=SINGLEHOST, SharingType=DEDICATED, CmpIndex=0;
400 UNDOEOLC: NodeName="10.190.38.136";
400 UNDOEOLPARRA: NodeName="10.190.38.136", NodeId=1792, Srv=01, Srv=20, Srv=01, HsupaCComsumeSelection=08;
400 UNDOEOLDR: NodeName="10.190.38.136";
400 AD3MODE: ANI=664, NAVE="10.190.38.136", MODE=SERVER, APP=NSAP, LOCP1="10.190.38.136", PEERIP1="10.190.38.136", PEERPW=2001, LOGPORTFLAG=0, VLANFLAG=0, VLANFLAG=0, SWITCHBACKFLAG=YES;
400 AD3MPP: ANI=664, IFT=IUB, TRANS=IP, CHRGKODE=SHARE, THGDL=50, THESLV=51, THBRZ=52, FTI=4;

400 SCTPLNK: Srv=01, Srv=10, SCTPLNK=12, MODE=SERVER, APP=NSAP, LOCP1="10.190.38.136", PEERIP1="10.190.38.136", PEERPW=2001, LOGPORTFLAG=0, VLANFLAG=0, VLANFLAG=0, SWITCHBACKFLAG=YES;
400 SCTPLNK: Srv=01, Srv=10, SCTPLNK=13, MODE=SERVER, APP=NSAP, LOCP1="10.190.38.136", PEERIP1="10.190.38.136", PEERPW=2002, LOGPORTFLAG=0, VLANFLAG=0, VLANFLAG=0, SWITCHBACKFLAG=YES;
400 UNCP: NodeName="10.190.38.136", CARRYLINK=SCTP, SCTPLNK=12;
400 UCCP: NodeName="10.190.38.136", Pth=0, CARRYLINK=SCTP, SCTPLNK=13;
400 IPPATH: ANI=664, PATHID=0, IFT=IUB, TRANS=IP, PATH=EF, IPADDR="10.190.38.136", PEERIPADDR="10.190.38.136", TXB=100000, RXB=100000, CARRYFLAG=0, VLANFLAG=0, VLANFLAG=0, PATHCHK=DISABLED;
400 IPPATH: ANI=664, PATHID=1, IFT=IUB, TRANS=IP, PATH=AF43, IPADDR="10.190.38.136", PEERIPADDR="10.190.38.136", TXB=100000, RXB=100000, CARRYFLAG=0, VLANFLAG=0, VLANFLAG=0, PATHCHK=DISABLED;
400 IPPATH: ANI=664, PATHID=2, IFT=IUB, TRANS=IP, PATH=AF23, IPADDR="10.190.38.136", PEERIPADDR="10.190.38.136", TXB=100000, RXB=100000, CARRYFLAG=0, VLANFLAG=0, VLANFLAG=0, PATHCHK=DISABLED;
400 IPPATH: ANI=664, PATHID=3, IFT=IUB, TRANS=IP, PATH=AF13, IPADDR="10.190.38.136", PEERIPADDR="10.190.38.136", TXB=100000, RXB=100000, CARRYFLAG=0, VLANFLAG=0, VLANFLAG=0, PATHCHK=DISABLED;
400 UNDOE2P: NODEID=1792, NBRANT=IPTRANS_IP, NBRPOMIP="10.190.38.136", NBRPOMASK="255.255.255.252", IPSrv=01, IPSrv=20, IPLPORTFLAG=0, VLANFLAG=0;

400 UOCELL: NODENAME="10.190.38.136", LOCELL=17921;
400 UOCELL: NODENAME="10.190.38.136", LOCELL=17922;
400 UOCELL: NODENAME="10.190.38.136", LOCELL=17923;
400 UOCELL: NODENAME="10.190.38.136", LOCELL=17924;
400 UOCELL: NODENAME="10.190.38.136", LOCELL=17925;
400 UOCELL: NODENAME="10.190.38.136", LOCELL=17926;
400 UOCELL: NODENAME="10.190.38.136", LOCELL=17927;

400 USAC: CmpIndex=0, LAC=2005, SAC=17921;
400 USAC: CmpIndex=0, LAC=2005, SAC=17922;
400 USAC: CmpIndex=0, LAC=2005, SAC=17923;
400 USAC: CmpIndex=0, LAC=2005, SAC=17924;
400 USAC: CmpIndex=0, LAC=2005, SAC=17925;
400 USAC: CmpIndex=0, LAC=2005, SAC=17926;
400 USAC: CmpIndex=0, LAC=2005, SAC=17927;

400 UCELLQUICKSETUP: CellId=17921, CellName="10.190.38.136", CmpIndex=0, BandInd=0, UARFCNUPlink=9607, UARFCNDOWNlink=10637, PScramCode=100, TCell=CHP0, LAC=2005, SAC=17921, Cfractns=REQUIRE, RAC=205, SgId=1, URANUM=0;
400 UCELLQUICKSETUP: CellId=17922, CellName="10.190.38.136", CmpIndex=0, BandInd=0, UARFCNUPlink=9607, UARFCNDOWNlink=10637, PScramCode=100, TCell=CHP256, LAC=2005, SAC=17922, Cfractns=REQUIRE, RAC=205, SgId=1, URANUM=0;
400 UCELLQUICKSETUP: CellId=17923, CellName="10.190.38.136", CmpIndex=0, BandInd=0, UARFCNUPlink=9607, UARFCNDOWNlink=10637, PScramCode=100, TCell=CHP512, LAC=2005, SAC=17923, Cfractns=REQUIRE, RAC=205, SgId=1, URANUM=0;
400 UCELLQUICKSETUP: CellId=17924, CellName="10.190.38.136", CmpIndex=0, BandInd=0, UARFCNUPlink=9607, UARFCNDOWNlink=10637, PScramCode=100, TCell=CHP0, LAC=2005, SAC=17924, Cfractns=REQUIRE, RAC=205, SgId=1, URANUM=0;
400 UCELLQUICKSETUP: CellId=17925, CellName="10.190.38.136", CmpIndex=0, BandInd=0, UARFCNUPlink=9607, UARFCNDOWNlink=10637, PScramCode=100, TCell=CHP256, LAC=2005, SAC=17925, Cfractns=REQUIRE, RAC=205, SgId=1, URANUM=0;
400 UCELLQUICKSETUP: CellId=17926, CellName="10.190.38.136", CmpIndex=0, BandInd=0, UARFCNUPlink=9607, UARFCNDOWNlink=10637, PScramCode=100, TCell=CHP512, LAC=2005, SAC=17926, Cfractns=REQUIRE, RAC=205, SgId=1, URANUM=0;
400 UCELLQUICKSETUP: CellId=17927, CellName="10.190.38.136", CmpIndex=0, BandInd=0, UARFCNUPlink=9607, UARFCNDOWNlink=10637, PScramCode=100, TCell=CHP512, LAC=2005, SAC=17927, Cfractns=REQUIRE, RAC=205, SgId=1, URANUM=0;

400 UOFCIPWR: CellId=17921, NbrFCIPower=346, HlFCIPower=313;
400 UOFCIPWR: CellId=17922, NbrFCIPower=346, HlFCIPower=313;
400 UOFCIPWR: CellId=17923, NbrFCIPower=346, HlFCIPower=313;
400 UOFCIPWR: CellId=17924, NbrFCIPower=346, HlFCIPower=313;
400 UOFCIPWR: CellId=17925, NbrFCIPower=346, HlFCIPower=313;
400 UOFCIPWR: CellId=17926, NbrFCIPower=346, HlFCIPower=313;
400 UOFCIPWR: CellId=17927, NbrFCIPower=346, HlFCIPower=313;

```

Figura 56. Estructura estándar script.

Fuente: Elaboración propia.

Tomando como referencia la explicación anterior, los *scripts* se dividen en 3 áreas principales:

Capa de transporte: en esta sección del *script* se implementarán todos los parámetros y protocolos utilizados en capa de transporte y capa de radio , requeridos para el establecimiento y control de la interface IuB entre el equipo controlador RNC y el NodeB. La siguiente imagen muestra los protocolos en cada capa de la interface IuB:

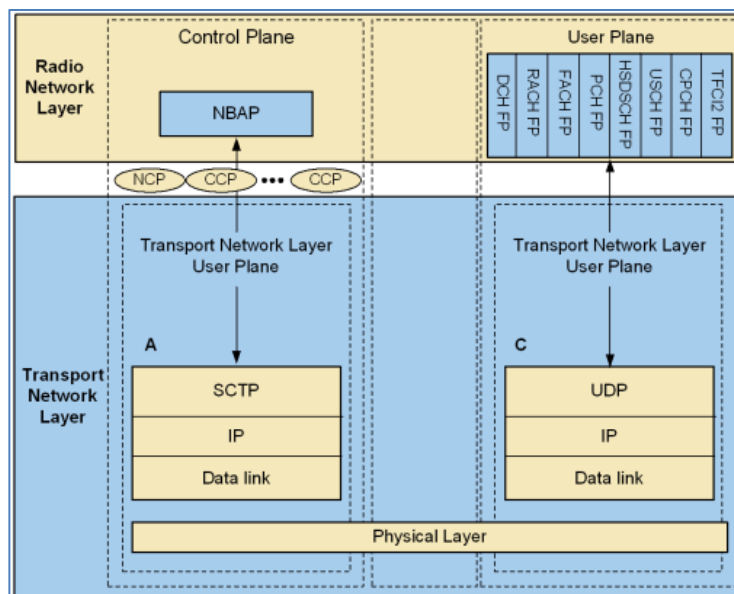


Figura 57. Protocolos luB

Fuente: Manual proveedor Huawei

```
ADD IPRT: SRN=01, SN=20, DSTIP="10.190.38.136", DSTMASK="255.255.255.252", NEXTHOP="10.186.32.254",
ADD UNODEB: NodeBName="W1792_50201-09K", NodeBId=1792, SRN=01, SN=10, SSN=01, Tn1BearerType=IP_TRANS
ADD UNODEBOLC: NodeBName="W1792_50201-09K";
ADD UNODEBALGOPARA: NodeBName="W1792_50201-09K", NodeBLdcAlgoSwitch=NODEB_CREDIT_LDR-1&LCG_CREDIT_LD
ADD UNODEBLDR: NodeBName="W1792_50201-09K";
ADD ADJNODE: ANI=664, NAME="W1792_50201-09K", NODET=IUB, NODEBID=1792, TRANST=IP;
ADD ADJMAP: ANI=664, ITFT=IUB, TRANST=IP, CNMNGMODE=SHARE, TMIGLD=50, TMISLV=51, TMIBRZ=52, FTI=2;
```

Figura 58. Capa transporte

Fuente: Elaboración propia.

En esta capa de transporte se define el direccionamiento IP, rutas, nombre de nodo, parámetros de control y señalización para las capas de transporte y radio utilizados en la interface luB. Adicionalmente, se crea el valor único ANI (Adjacent

node ID) que permite identificar el NodeB en la RNC y asociar diferentes protocolos y parámetros a dicho ANI que serán configurados y utilizados en las capas posteriores.

Capa de control y señalización: esta sección del *script* posee los parámetros, protocolos y valores requeridos para establecer los enlaces, control y señalización utilizados en el plano de control y plano de usuario para las interfaces IuCs y IuPS (Voz y datos).

La siguiente imagen muestra los protocolos utilizados en la interfase IuCs y IuPs para el plano de control y plano de usuario.

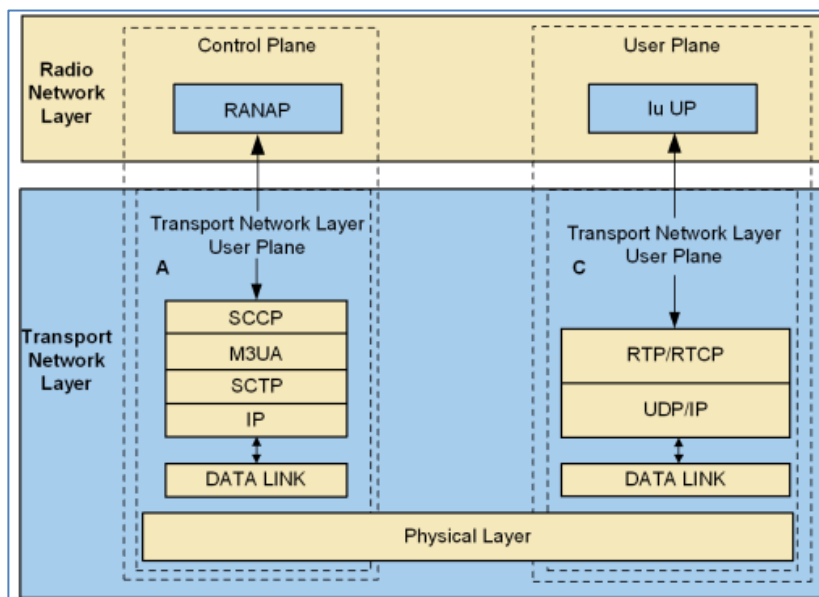


Figura 59. Protocolos IuCs

Fuente: Manual proveedor Huawei

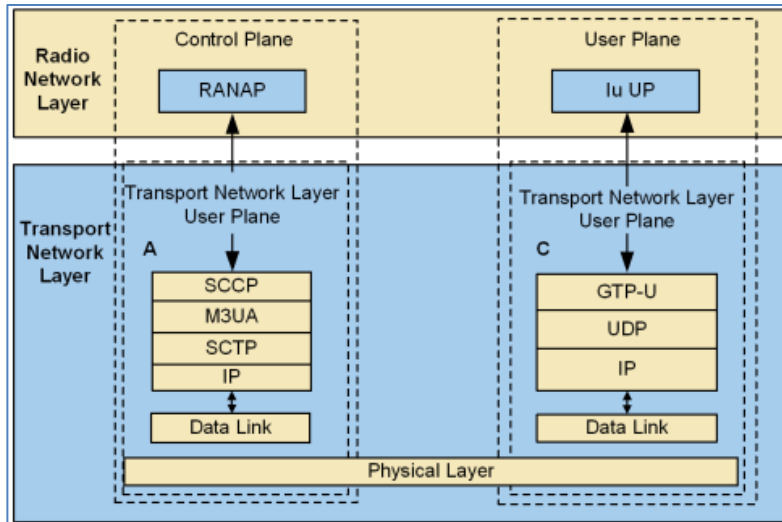


Figura 60. Protocolos IuPs

Fuente: Manual proveedor Huawei

En la imagen siguiente se muestran los parámetros que deben configurarse en los equipos para establecer los diferentes protocolos en el plano de control y usuario para las interfaces IuCs, IuPs. Estos comandos indican los parámetros a configurar en los SCTP Links (encargados de la señalización) , IP Paths (servicios de usuario) y direccionamiento de O&M con el cual se tiene acceso remoto a un NodeB por medio del gestor U2000.

```
ADD SCTPLNK: SRN=01, SN=10, SCTPLNKN=12, MODE=SERVER, APP=NBAP, LOCIPI="10.186.32.1", PEERIP="10.190.38.138", PEERPN=2001, LOGPORTFLAG=NO,
ADD SCTPLNK: SRN=01, SN=10, SCTPLNKN=13, MODE=SERVER, APP=NBAP, LOCIPI="10.186.32.1", PEERIP="10.190.38.138", PEERPN=2002, LOGPORTFLAG=NO,
ADD UNCP: NodeBName="W1792_50201-09K", CARRYLNKT=SCTP, SCTPLNKN=12;
ADD UCCP: NodeBName="W1792_50201-09K", PN=0, CARRYLNKT=SCTP, SCTPLNKN=13;
ADD IPPATH: ANI=664, PATHID=0, ITFT=IUB, TRANST=IP, PATHT=EF, IPADDR="10.186.32.1", PEERIPADDR="10.190.38.138", TXBW=100000, RXBW=100000,
ADD IPPATH: ANI=664, PATHID=1, ITFT=IUB, TRANST=IP, PATHT=AF43, IPADDR="10.186.32.1", PEERIPADDR="10.190.38.138", TXBW=100000, RXBW=100000,
ADD IPPATH: ANI=664, PATHID=2, ITFT=IUB, TRANST=IP, PATHT=AF23, IPADDR="10.186.32.1", PEERIPADDR="10.190.38.138", TXBW=100000, RXBW=100000,
ADD IPPATH: ANI=664, PATHID=3, ITFT=IUB, TRANST=IP, PATHT=AF13, IPADDR="10.186.32.1", PEERIPADDR="10.190.38.138", TXBW=100000, RXBW=100000,
ADD UNODEBIP: NODEBID=1792, NBTRANTP=IPTRANS_IP, NBIPOMIP="10.190.138.138", NBIPOMMASK="255.255.255.252", IPSRN=01, IPSN=20, IPLGPORTFLAG
```

Figura 61. Capa control y señalización

Fuente: Elaboración propia.

Definición de parámetros de celdas y RF: es la sección del *script* donde se declaran todos los parámetros de RF, señalización, movilidad, servicios y cobertura utilizados en la interface de aire Uu según lo indicado en la ficha técnica.

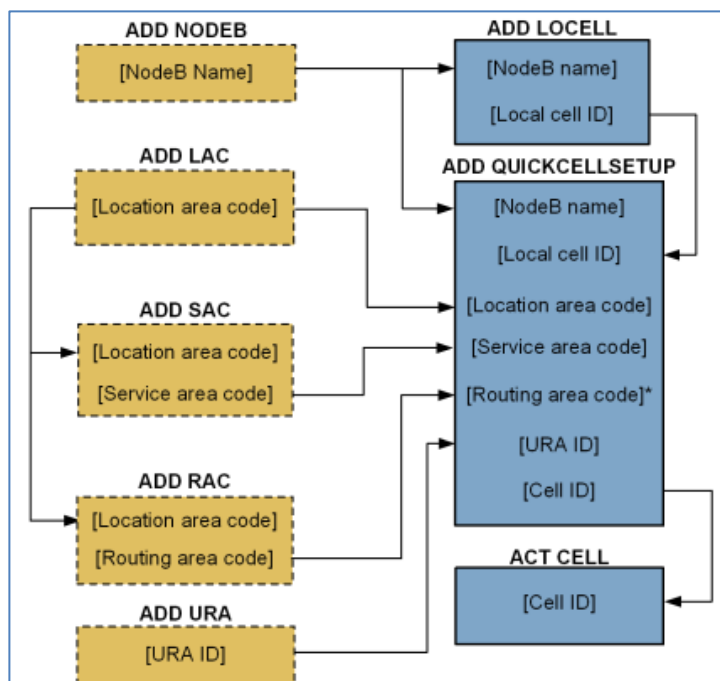


Figura 62. Protocolos Uu.

Fuente: Manual proveedor Huawei

En esta sección o bloque de comandos en los *scripts* se configuran todos los parámetros relacionados con calidad de servicio, interferencias, frecuencias, movilidad, acceso a voz, datos y muchos otros valores que deben ser configurados en las celdas para que el servicio ofrecido en una zona sea de calidad y los usuarios puedan establecer comunicaciones de voz y datos de forma exitosa.

La imagen siguiente muestra una parte de los comandos en el *script* estructurado por bloques de comando, lo cual permite una mejor comprensión de cada elemento y verificación de errores en caso de requerirse.

En las líneas se observan parámetros de celdas, se indica el ARFN en ambas frecuencias UL Uplink y DL Downlink, el código de celda (Primary Scrambling code), LAC (*Location Area Code*), valores de potencia de salida y nominal, activación de datos de alta velocidad HSDP+ entre muchos otros valores necesarios para brindar todos los servicios de datos y voz necesarios en las celdas requeridas.

```
ADD UCELLQUICKSETUP: CellId=17921, CellName="W1792A1", CnOpGrpIndex=0, BandInd=Band1, UARFCNUpLink=9687, UARFCNDownlink=10637, PScrambCode=160, TCell=CHIP0, LAC=2005,
ADD UCELLQUICKSETUP: CellId=17922, CellName="W1792B1", CnOpGrpIndex=0, BandInd=Band1, UARFCNUpLink=9687, UARFCNDownlink=10637, PScrambCode=161, TCell=CHIP256, LAC=2005,
ADD UCELLQUICKSETUP: CellId=17923, CellName="W1792C1", CnOpGrpIndex=0, BandInd=Band1, UARFCNUpLink=9687, UARFCNDownlink=10637, PScrambCode=162, TCell=CHIP512, LAC=2005,

ADD UCELLQUICKSETUP: CellId=17925, CellName="W1792A2", CnOpGrpIndex=0, BandInd=Band1, UARFCNUpLink=9663, UARFCNDownlink=10613, PScrambCode=160, TCell=CHIP0, LAC=2005,
ADD UCELLQUICKSETUP: CellId=17926, CellName="W1792B2", CnOpGrpIndex=0, BandInd=Band1, UARFCNUpLink=9663, UARFCNDownlink=10613, PScrambCode=161, TCell=CHIP256, LAC=2005,
ADD UCELLQUICKSETUP: CellId=17927, CellName="W1792C2", CnOpGrpIndex=0, BandInd=Band1, UARFCNUpLink=9663, UARFCNDownlink=10613, PScrambCode=162, TCell=CHIP512, LAC=2005,

MOD UPCPICHPOWER: CellId=17921, MaxPCPICHPower=346, MinPCPICHPower=313;
MOD UPCPICHPOWER: CellId=17922, MaxPCPICHPower=346, MinPCPICHPower=313;
MOD UPCPICHPOWER: CellId=17923, MaxPCPICHPower=346, MinPCPICHPower=313;
MOD UPCPICHPOWER: CellId=17925, MaxPCPICHPower=346, MinPCPICHPower=313;
MOD UPCPICHPOWER: CellId=17926, MaxPCPICHPower=346, MinPCPICHPower=313;
MOD UPCPICHPOWER: CellId=17927, MaxPCPICHPower=346, MinPCPICHPower=313;

ADD UCELLHSDPA: CellId=17921, ALLOCODEMODE=Manual, HSPDSCHCODENUM=1, HSSCCHCODENUM=3, CodeAdjForHsdpaSwitch=ON;
ADD UCELLHSDPA: CellId=17922, ALLOCODEMODE=Manual, HSPDSCHCODENUM=1, HSSCCHCODENUM=3, CodeAdjForHsdpaSwitch=ON;
ADD UCELLHSDPA: CellId=17923, ALLOCODEMODE=Manual, HSPDSCHCODENUM=1, HSSCCHCODENUM=3, CodeAdjForHsdpaSwitch=ON;
ADD UCELLHSDPA: CellId=17925, ALLOCODEMODE=Manual, HSPDSCHCODENUM=1, HSSCCHCODENUM=3, CodeAdjForHsdpaSwitch=ON;
ADD UCELLHSDPA: CellId=17926, ALLOCODEMODE=Manual, HSPDSCHCODENUM=1, HSSCCHCODENUM=3, CodeAdjForHsdpaSwitch=ON;
ADD UCELLHSDPA: CellId=17927, ALLOCODEMODE=Manual, HSPDSCHCODENUM=1, HSSCCHCODENUM=3, CodeAdjForHsdpaSwitch=ON;

ADD UCELLHSUPA:CELLID=17921;
ADD UCELLHSUPA:CELLID=17922;
ADD UCELLHSUPA:CELLID=17923;
ADD UCELLHSUPA:CELLID=17925;
ADD UCELLHSUPA:CELLID=17926;
ADD UCELLHSUPA:CELLID=17927;

ACT UCELLHSDPA:CELLID=17921;
ACT UCELLHSDPA:CELLID=17922;
ACT UCELLHSDPA:CELLID=17923;
ACT UCELLHSDPA:CELLID=17925;
ACT UCELLHSDPA:CELLID=17926;
ACT UCELLHSDPA:CELLID=17927;
```

Figura 63. Líneas de comando RF

Fuente: Elaboración propia

La parte más crítica es el desarrollo de los *scripts*; deben tener una estructura que permita reusarlos para diferentes *releases* sin efectuar muchos cambio (Fernández, 2010).

5.2.2 Estructura del sistema.

En este apartado se muestra la estructura del aplicativo propuesto, a su vez se realiza una explicación detallada de todas las partes involucradas en el desarrollo de la herramienta informática.

Como se mencionó en el diagnóstico técnico del capítulo anterior, para realizar este proyecto se cuenta con el aval de las jefaturas para utilizar el hardware y software necesario, con el fin de agilizar el proceso de implementación del aplicativo.

En el caso concreto del software, se utilizará software libre para no incurrir en gastos por licencias o mantenimientos. El lenguaje de programación seleccionado para la elaboración del aplicativo es Python versión 3.6.6, ya que es un lenguaje de código abierto, de fácil implementación, robusto, multiplataforma y muy efectivo para la programación orientada a objetos.

En el caso del servidor, este es un equipo que actualmente no se le da un uso importante, por lo cual se optimizará para implementar el aplicativo y ser aprovechado para beneficio del departamento.

Las características técnicas con las que cuenta este recurso se detallan a continuación:

Tabla 8. *Características servidor*

Procesador	Memoria	Sistema Operativo	Lenguaje
Intel Celeron Dual Core 2.6Ghz	4GB RAM	Windows 8.1 pro	Español

Fuente: Elaboración propia.

A modo de estructura el aplicativo en esta primera edición será dividido en 2 partes principales:

- **Interface de acceso:** el sistema evaluará el nombre de usuario y la contraseña, y si están registrados en la base de datos, podrán acceder al sistema, de lo contrario se negará el ingreso. El administrador del sistema se encargará de crear el nuevo usuario.

La interfaz de usuario (define el “*look and feel*” del sistema), las especificaciones formales de los niveles superiores y se desarrolla un prototipo para su validación (Brito, 2013).

The image shows a web browser window titled 'OMCScript_MW'. The page has a blue header with the text 'SISTEMA INALAMBRICO - OMC' and 'Creación de Script: RNC's'. On the left side of the header, there is a dark blue button labeled 'Salir'. Below the header, there is a blue box with the text 'Ingreso al Sistema'. In the center, there is a white login form with two input fields: 'Usuario:' and 'Clave:'. Below these fields is an orange button labeled 'Ingresar'.

Figura 64. Login usuario

Fuente: Elaboración propia.

- **Interface de gestión:** es la interface principal del sistema donde se colocan los parámetros y valores indicados para el sitio a implementar.

En esta interface el usuario ingresará la información requerida y recopilada en procesos anteriores. Dependiendo de la RNC que se deba trabajar, el aplicativo activará o desactivará cierta información que no es requerida.

En el caso de las RNC6900 (Alajuela, Alajuela II, Heredia, Sur y Guácima), se deben ingresar todos los valores recopilados a través del análisis estadístico de tarjetas GOU y SPU proceso detallado en el diagnóstico operativo organizacional.

El sistema está diseñado internamente para que calcule y reemplace los valores que son relacionados con las IP, SCTP Links, ANI, CellID entre otros, a modo que sea una herramienta de fácil uso para el usuario y que este deba colocar la menor cantidad de parámetros para generar los *scripts* requeridos, agilizando el proceso y cumpliendo con el objetivo principal del presente proyecto.

The screenshot shows a web application window titled 'OMCScript_MW - omcscript_mw.ui*'. The main header is blue with the text 'SISTEMA INALAMBRICO - OMC' and 'Creación de Script: RNC's'. A dark blue button labeled 'Salir' is on the left. Below the header, there are several input sections:

- RNC:** A dropdown menu showing 'Alajuela'.
- Nombre de NodoB:** An input field containing 'W2273_11804-03T'.
- Nombre del Sitio:** An input field containing 'Frajanes 3G'.
- Generar Script:** A large blue button at the bottom left.

On the right side, there are several configuration sections:

- IP:** Two input fields for 'RNC' and 'NodoB', both containing '0.0.0.0'.
- PSC:** A table with columns '1', '2', and '3'. The first row has a '#' and '0' in the first column, and '0' in the other two.
- SPU:** A table with columns 'Rack', 'Subrack', and 'Subsistema'. The first row has a '#' and '0' in the first column, and '0' in the other two.
- SCTP:** An input field for 'Link1' containing '0'.
- GOU:** A table with columns 'Rack' and 'Subrack'. The first row has a '#' and '0' in the first column, and '0' in the second.

Figura 65. Interface gestión RNC6900

Fuente: Elaboración propia.

Por el contrario, en caso de requerir un *script* para las RNC6900 (Guácima II o Guatuso) el sistema actualiza y deshabilita la IP de RNC y permite únicamente ingresar los demás parámetros requeridos.

The image shows two side-by-side windows of the OMCScript_MW application. Both windows have a blue header with the text 'SISTEMA INALAMBRICO - OMC' and 'Creación de Script: RNC's'. Each window contains a 'Salir' button in a dark blue box. The left window is for RNC 'Guacima II' and the right for 'Guatuso'. Both have identical form layouts for NodeB configuration, including IP addresses, NodeB name, site name, and various technical parameters like LAC, RAC, URA ID, ANI, PSC, and SCTP. A prominent blue 'Generar Script' button is located at the bottom of each form.

Figura 66. Interface gestión RNC6910

Fuente: Elaboración propia.

Una vez llena toda la información se debe dar *click* en el botón *Generar Script* y el sistema generará ambos *scripts* (RNC y NodeB) con sus respectivos formatos y extensiones que podrán ser guardados en cualquier dispositivo para luego ser ejecutados por aparte en cada elemento de red, según sea el caso.

La siguiente imagen muestra una parte de código del aplicativo.

```

self.NodeBName = self.lneNodeBName.text()
self.NodeBId = NodeBName[1:5]
self.CellName = NodeBName[0:5]

PeerIP1 = self.lnePeerIP1.text()
self.NbIpOAMIp = self.cal_NbIpOAMIp(PeerIP1)
self.lblNbIpOAMIp.setText(self.NbIpOAMIp)

self.Lac = self.tbl_General.item(0,0).text()
self.Rac = self.tbl_General.item(0,1).text()
self.UraId = self.tbl_General.item(0,2).text()
self.Ani = self.tbl_General.item(0,3).text()

self.SCTPLnk1 = self.lneSCTPLnk1.text()
self.SCTPLnk2 = str(int(SCTPLnk1) + 1)
self.lblSCTPLnk2v.setText(SCTPLnk2)

# self.btnCrearScript.setText("Crear Script")

self.CrearScript()

def CrearScript():
    plantilla = "ScriptRNC.txt"
    scriptOMC = "ScriptRNC_W2177.txt"

    file_r = open(plantilla, "r")
    file_w = open(scriptOMC, "w")

    buff = file_r.read()

    rbuff = buff.format(LOGICRNCID=self.RNC_Id, NODEBID=self.NodeBId, NODEBNAME=self.NodeBName, CELLNAME=self.CellName, LAC=self.Lac,
                        RAC=self.Rac, PEERIP1=self.PeerIP1, URAID=self.UraId, ANI=self.Ani, SCTPLNK1=self.SCTPLnk1, SCTPLNK2=self.SCTPLnk2,
                        LOCIPI=self.LociPI, NBIPoAMIP=self.NbIpOAMIp, RNCID=self.RNC_Id)

    file_w.write(rbuff)

    file_w.close()
    file_r.close()

app = QApplication(sys.argv)
formMain = App()
formMain.show()
app.exec()

```

Figura 67. Código script

Fuente: Elaboración propia

5.2.3 Arquitectura del sistema.

En este primer prototipo, el aplicativo será instalado en un computador que servirá como servidor; asimismo, se podrá tener acceso por medio de la red local y de forma remota por medio de red virtual VPN; para dicha implementación se cuenta con una versión de Windows ya instalada en el equipo que posee licencia comercial y soporte por parte de TI institucional.

En la siguiente tabla se especifican las características técnicas del servidor local, software utilizado y el direccionamiento IP asignado para acceso.

Tabla 9. Características técnicas servidor local

Recurso	Características	Licencia
Procesador	Intel Celeron Dual Core 2.6Ghz	
Memoria	4 GB	
Sistema OP	Windows 8.1 pro	Comercial
Lenguaje	Español	
Disco Duro	1TB	
IP	10.159.10.225	
Base datos	MySql 8.0	OpenSource
Aplicativo	Python ver 3.7.0	OpenSource

Fuente: Elaboración propia.

En el caso de la aplicación, esta se realizará con software libre, aprovechando la aprobación del personal TI y de jefaturas en el departamento, como se mencionó anteriormente; esto permitirá no incurrir en gastos adicionales para la puesta en operación del aplicativo propuesto. Se eligió el software de código abierto Python por sus amplias características operativas como se detalló en el diagnóstico técnico.

El sistema permitirá el ingreso de usuarios simultáneos lo cual será útil ya que en el personal del departamento siempre está realizando integraciones de radio bases móviles 3G y con ello podrán trabajar simultáneamente más de un usuario al mismo tiempo.

El acceso en el departamento al aplicativo se realiza por medio de la red local y el direccionamiento establecido en el servidor; en el caso de requerir acceso por medio de la red externa, los técnicos del departamento poseen acceso a la red local por medio de VPN, donde la autenticación se realiza por medio del usuario y contraseña institucional; la imagen adjunta muestra la pantalla de inicio para acceso remoto.



Figura 68. VPN

Fuente: Elaboración propia.

El sistema contará con una pequeña base de datos que en este primer prototipo del proyecto funcionará únicamente para permitir el ingreso de los usuarios requeridos al sistema; sin embargo, para etapas posteriores, se buscará que el aplicativo se convierta en una herramienta que permita ser usada como base de

conocimiento, donde se podrán realizar almacenamiento de información que sea de ayuda para el personal del departamento en sus labores diarias. Estas posibles ampliaciones en cuanto al funcionamiento del aplicativo se proponen a modo de recomendaciones en el apartado destinado para este fin.

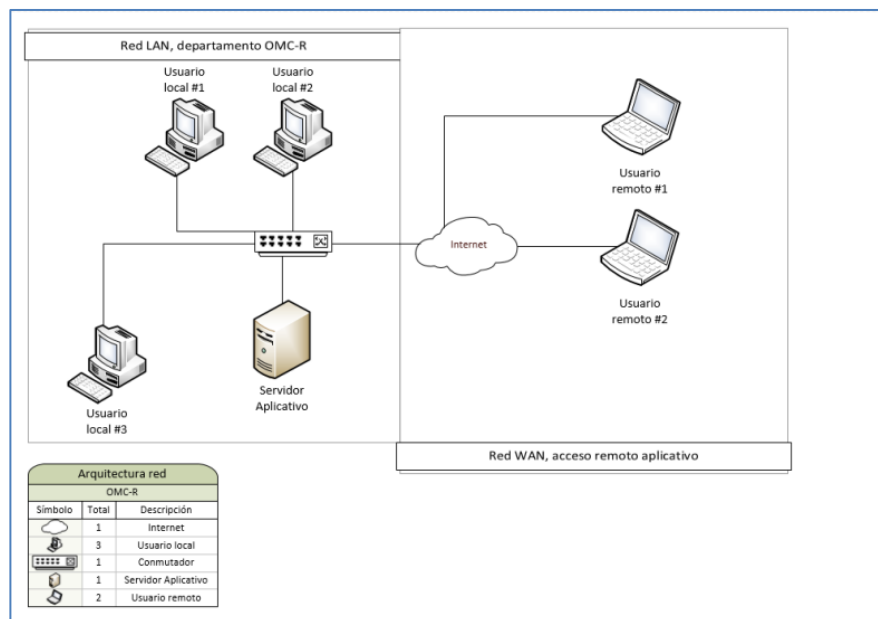


Figura 69. Arquitectura aplicativo OMC-R

Fuente: Elaboración propia.

El personal técnico del departamento cuenta con computadoras de escritorio y portátiles óptimas para el acceso a las herramientas, plataforma y gestores de la red sin problema, las características técnicas con las que cuentan estos equipos se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 10. Características técnicas PC portátiles

Recurso	Características	Licencia
Procesador	Intel Core i7-6820, 2.70 Ghz	
Memoria	16 GB	
Sistema OP	Windows 8.1 pro	Comercial
Lenguaje	Español	
Disco Duro	1TB	

Fuente: Elaboración propia

En el caso de las PC de escritorio, igualmente poseen características técnicas robustas como se detalla en la tabla 11, ello permite tener acceso a la plataforma de forma exitosa, tanto en el caso de utilizar acceso por medio de la red local LAN o por medio de la red WAN utilizando las VPN asignadas para dicho fin.

Tabla 11. Características técnicas PC escritorio

Recurso	Características	Licencia
Procesador	Intel Core i5, 2.30 Ghz	
Memoria	8 GB	
Sistema OP	Windows 8.1 pro	Comercial
Lenguaje	Español	
Disco Duro	500 GB	

Fuente: Elaboración propia.

5.3 Plan de implementación.

El presente apartado detalla la propuesta del plan de implementación y pruebas que deberán realizarse antes y durante la habilitación del aplicativo desarrollado, lo cual

permita realizar la automatización y optimización del proceso de elaboración de *scripts* en el departamento OMC-R del Instituto Costarricense de Electricidad.

Se indicarán los planes y actividades a seguir, tiempo aproximado de implementación y propuestas relacionadas con la implementación del aplicativo.

Durante la fase de implementación, se codifica, prueba e integra el software. En este sentido, los resultados del modelado de amenazas sirven de guía a los desarrolladores para generar el código que mitigue las amenazas de alta prioridad (Brito, 2013).

Tomando como base que el actual proyecto corresponde a una propuesta de optimización se propone un plan para realizarlo donde se determine primeramente un plan piloto que sea utilizado para depurar el sistema, en caso de encontrarse errores; adicional a esto deben establecerse al menos 2 roles que estén involucrados directamente con el proceso de desarrollo, gestión y pruebas del proyecto.

Debe establecerse un rol principal o jefe del proyecto, que será el encargado de la dirección técnica, diseño, planificación y funciones propias de la gestión del proyecto; en el caso específico de la herramienta planteada, al ser una propuesta realizada en un departamento pequeño, se considera oportuno que exista otro rol encargado de probar el aplicativo.

Este rol puede ser ejecutado por una persona del departamento como responsable de utilizar el aplicativo de forma que se pueda encontrar algún problema u recomendación basándose en la experticia obtenida, así como en las indicaciones recibidas por parte de las jefaturas del departamento.

Para desarrollar el plan de implementación se propone la utilización de 2 roles principales en el proyecto:

Rol Jefe proyecto: en este caso, al ser una propuesta de un proyecto pequeño en comparación con otros, este rol de Jefe proyecto tiene la responsabilidad de cumplir con múltiples tareas, entre las cuales se pueden mencionar las siguientes: arquitecto del sistema, gestor, analista, diseñador, soporte, programador, especialista de soporte y probador del aplicativo.

Al final del proyecto será la persona que deba capacitar al personal técnico en el uso del aplicativo y quien deba elaborar manuales de uso para que toda la información relacionada con el aplicativo quede debidamente documentada.

Rol Probador: es el rol del personal responsable designado por las jefaturas del departamento y quien tendrá las funciones de evaluar, probar y analizar los resultados obtenidos con las pruebas realizadas al aplicativo. Este rol es importante y debe ser ejecutado por una persona experta en el departamento para verificar que

el sistema no posee errores en la elaboración de los *scripts* y que puedan a futuro causar inconvenientes en los parámetros de calidad en las radio bases móviles 3G.

Adicional a lo mencionado con anterioridad y como parte del proceso de implementación, se debe realizar primeramente un plan piloto que permita realizar pruebas al sistema, verificación de los parámetros y análisis detallado de los *scripts* obtenidos de forma automatizada por medio del aplicativo con el fin de depurar y verificar que no posea errores.

El plan piloto se implementará a partir de noviembre, una vez esté completa la fase de diseño del aplicativo, en esta etapa se buscará realizar la mayor cantidad de pruebas en el sistema para verificar su funcionamiento, principalmente se enfocará en verificar la sintaxis y parámetros de los *scripts* recopilados. Entre las pruebas a realizar en el plan piloto se encuentran:

- Verificación de la estructura de los *scripts* generados (RNC y NodeB).
- Análisis de los parámetros y valores modificados en los *scripts* para determinar su correcta conversión.
- Pruebas de acceso a la plataforma por medio de red local y externa.
- Verificación de usuarios, roles y accesos de los mismos.
- Creación, eliminación y modificación de usuarios.
- Creación de *scripts* diferentes en RNC6900 y RNC6910.
- Formato de los archivos entregables.

La implementación del sistema, está planificada para realizarse en 3 meses con fechas comprendidas entre octubre y diciembre del año 2018. En cada mes se realizarán análisis y verificación de cada elemento relacionado, buscando la depuración del proceso y en la realización del plan piloto eliminar cualquier posible falla o mejorar algún proceso, de acuerdo con lo verificado conjuntamente con el personal encargado del departamento y tomando en cuenta las observaciones que las jefaturas puedan establecer.

En el lanzamiento, el software es sujeto a una revisión de seguridad final, durante un periodo de dos a seis meses, previos a la entrega, con el objetivo de conocer el nivel de seguridad del producto y la probabilidad de soportar ataques, ya estando liberado al cliente (Brito, 2013).

El siguiente cuadro muestra el detalle del plan de implementación propuesto para habilitar el aplicativo planteado:

Tabla 12. *Plan implementación aplicativo*

N.º	Periodo 3 meses				Encargado
	Octubre	Noviembre	Diciembre		
1	Diseño del software y sistema.	En base a requerimientos se realiza el diseño del software.			Jefe proyecto
2	Pruebas del sistema (plan piloto).		Realización de pruebas de depuración en aplicativo.		Jefe proyecto y Probador
3	Habilitación del aplicativo			Puesta en operación aplicativo propuesto.	Jefe proyecto y Probador
4	Operación y mantenimiento			Mantenimiento mensual al aplicativo	Jefe proyecto

Fuente: Elaboración propia.

Durante todo el plan de implementación, se deben realizar reuniones, pruebas y análisis de resultados con el equipo de trabajo del departamento con el fin de documentar los posibles incidentes ocurridos durante el proceso de elaboración de *scripts* con el fin de evaluar su impacto y verificar el cumplimiento de los objetivos del proyecto.

Diagrama en cascada de los procesos y etapas en la elaboración del aplicativo.

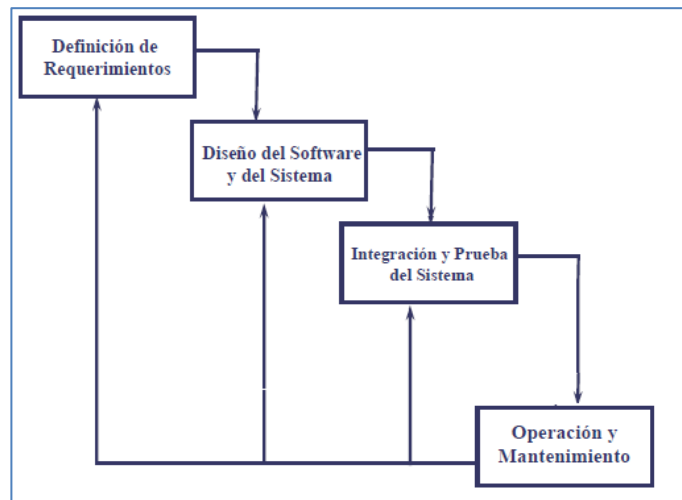


Figura 70. Diagrama cascada

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DEL PROYECTO

6.1 Conclusiones.

En el entorno de telecomunicaciones, la preservación y ampliación de la cartera de clientes es un proceso vital para la sobrevivencia de las empresas, este debe realizarse de forma constante y por medio de mejoras en sus sistemas y servicios; por esto se concluye que el proyecto planteado para la optimización y automatización del proceso actual es de suma importancia para la institución y para el departamento OMC-R, ya que la ampliación de cobertura por medio de la puesta en operación comercial de nuevas radio bases móviles 3G es la forma de seguir brindando servicios de telefonía móvil a distintas partes del país que se verán reflejados en mayores ingresos económicos y en un mejor posicionamiento comercial con respecto a la competencia.

Se lograron determinar las brechas operativas y técnicas del proceso con respecto a las mejores prácticas del mercado, lo cual permite atacar y mejorar los procedimientos actualmente realizados y lograr con esto agilizar y automatizar el proceso.

Con base en las brechas operativas encontradas, se logró establecer un procedimiento automatizado por medio de un aplicativo que permite tanto la agilización del proceso como la estandarización de los *scripts*; a su vez el aplicativo queda en capacidad de realizar futuras ampliaciones y mejoras que permitan replicar la automatización del procedimiento a otras tecnologías una vez el ICE asuma en su totalidad la operación y mantenimiento de los mismos.

El análisis sobre cómo efectuar el diseño del prototipo consistió en definir las diferentes etapas que conlleva el desarrollo de todo el modelo optimizado, estas se definen y se separan con el propósito de avanzar por objetivos y alcances técnicos bien marcados buscando cumplir con los objetivos principales, planteados al inicio del documento.

Se realiza una investigación profunda sobre procesos de integración de radio bases móviles 3G, a lo largo de libros y datos obtenidos a través de diferentes medios electrónicos en internet, y se determina que es muy escasa la información referente a este tema, por tratarse de estrategias diferentes y únicas seguidas por los diversos operadores móviles en el mundo.

Esto provoca que la información recopilada en el desarrollo de este trabajo sea muy escasa.

Este proyecto se ofrece como una herramienta automatizada que permita a futuro crear una cultura de consulta y documentación de todos los procesos y tareas realizadas en el departamento OMC-R, con el fin de estandarizar las tareas y procedimientos requeridos para poner en operación comercial una radio base móvil 3G.

Un beneficio que incluye el proyecto es la utilización y aprovechamiento de los recursos tecnológicos con los cuales cuenta el departamento con el fin de ser

aprovechados en la implementación de una herramienta para agilizar y estructurar los procesos requeridos en esta primera versión del aplicativo, para sitios con tecnología 3G; sin embargo, las bases del proyecto se plantean buscando que el mismo procedimiento se replique a las demás tecnologías, una vez el ICE asuma por completo la operación y mantenimiento de estas.

Dicho lo anterior, se puede catalogar como beneficioso para el departamento y para la institución como tal, la herramienta automatizada del presente proyecto ya que permite crear una cultura de orden, análisis y documentación de todo lo relacionado con las tareas a ejecutar para la integración de radio bases móviles 3G ya que el actual proceso carece por completo de dichos lineamientos.

El análisis sobre cómo efectuar el diseño del aplicativo consistió en definir las diferentes etapas que conlleva el desarrollo de todo el modelo; estas se definen y se separan con el propósito de avanzar por objetivos y alcances técnicos bien marcados lo cual permite conseguir el cumplimiento de los objetivos estipulados para el desarrollo del presente proyecto.

6.2 Recomendaciones.

Durante el presente proyecto se establecieron algunas limitaciones y se determinaron las brechas operativas del proceso, y por medio de los procedimientos formulados se logró alcanzar y cumplir con los objetivos definidos en el desarrollo del proyecto; sin embargo, se determina la posibilidad de implementar mejoras y actualizaciones al proceso optimizado pero por estar estos fuera de los alcances planteados para este proyecto no se tomaron en cuenta para su desarrollo; no obstante, en el presente apartado se indicaran a modo de recomendaciones para ser consideradas a futuro.

Tomando como referencia lo anterior se pueden citar las siguientes:

- Se recomienda que el aplicativo a futuro se convierta en una herramienta integral que permita ser una plataforma de contenido y consulta para la ayuda técnica del personal del departamento.
- Se recomienda realizar plantillas de *scripts* para otras tecnologías buscando a futuro que la aplicación sirva para la implementación de radio bases 4G y 2G Huawei, para cuando el ICE asuma por completo el O&M.
- Se debe mantener un tiempo de prueba para la correcta validación de los *scripts* y funcionalidades del sistema antes de utilizarse de forma permanente.

- Se deben realizar capacitaciones al personal inexperto del departamento para equipar conocimientos antes del uso del aplicativo.
- Se recomienda documentar todo tipo de implementación nueva como parte de mejoras que se realicen en el aplicativo.
- Se deben ejecutar respaldos trimestrales al sistema.
- Se recomienda realizar una revisión de los *scripts* por parte de los compañeros (semanal o quincenal) buscando cualquier posible falla.
- Es recomendable asignar a un miembro del equipo como encargado de la revisión de *scripts*.

Adicional a lo mencionado anteriormente, se propone que dicho proyecto sea utilizado para otras funciones adicionales a la creación de *scripts* lo que permitirá agilizar otros procesos realizados actualmente en el departamento OMC-R.

BIBLIOGRAFÍA

Asamblea Legislativa. (2017). *Ley 449, Reglamento para la creación del Instituto*

Costarricense de Electricidad. Obtenido de

http://www.asamblea.go.cr/Centro_de_Informacion/Consultas_SIL/Pginas/Detalle%20Leyes.aspx?Numero_Ley=449

Asamblea Legislativa. (2017). *Ley 3226, Facultad al ICE, para establecer, mejorar y*

operar servicios de telecomunicaciones. Obtenido de

http://www.asamblea.go.cr/Centro_de_Informacion/Consultas_SIL/Pginas/Detalle%20Leyes.aspx?Numero_Ley=3226

Chen, M. S. (1992). "*Action characteristics as predictors of competitive responses*".

En *Management Science*, vol. 38 (págs. pp. 439-457).

Fernández, Marcos (2010). *Gestión de un proyecto de control de pruebas de un aplicativo*

Brito, J (2013). *Metodologías para desarrollar software seguro*

Chaparro Salinas, E. (s.f.). *Diagnóstico de situación actual*. Obtenido de

<http://seduca.uaemex.mx/material/LIA/AEPyMES/Cnt21.php>

España, G. (2005). *Principios de la gestión de calidad*. Obtenido de

[http://www.fomento.es/NR/rdonlyres/9541acde-55bf-4f01-b8fa-](http://www.fomento.es/NR/rdonlyres/9541acde-55bf-4f01-b8fa-03269d1ed94d/19421/CaptuloIVPrincipiosdelagestindelaCalidad.pdf)

[03269d1ed94d/19421/CaptuloIVPrincipiosdelagestindelaCalidad.pdf](http://www.fomento.es/NR/rdonlyres/9541acde-55bf-4f01-b8fa-03269d1ed94d/19421/CaptuloIVPrincipiosdelagestindelaCalidad.pdf)

Grupo ICE. (2017). *grupoice.com*. Obtenido de

<https://www.grupoice.com/wps/portal/ICE/AcercadelGrupoICE/quienes-somos>

Portilla, V. M. (2012). *Mida Eficazmente la Satisfacción del Cliente*. En V. M. Portilla, *Mida Eficazmente la Satisfacción del Cliente*.

Romero, A. (10 de 2015). *Open Service*. Obtenido de Open Service:
<http://www.openservice.mx/blog/hablemos-de-metricas-itol/>

Smith, K. G. (1989). "Predictors of response time to competitive strategic actions: Preliminary theory and evidence". *Journal of Business Research*, vol. 18, 245-258.

SUTEL. (2008). *Ley 8642 , Ley General de Telecomunicaciones*. Recuperado el 2017, de
https://sutel.go.cr/sites/default/files/normativas/ley_general_de_telecomunicaciones.pdf

SUTEL. (2016). *Estadísticas Sector Telecomunicaciones, Costa Rica 2016*.
Recuperado el 2017, de
https://sutel.go.cr/sites/default/files/estadisticas_telecom_1.pdf

Becvar,Z; Mach, P; Pravda, I. (2014) *Redes móviles*

Pérez, Fernández, J. A. (2004). *Gestión por procesos*. Madrid, España: ESIC.

Hammer, M., & Champy, J. (2004). *Reingeniería*. Bogotá, Colombia : Norma.

Sallent, O., & Valenzuela, J. (2003). *Principios de comunicaciones móviles*: Edicions UPC

Benito, N., & García, I.(2014). *Diseño de una estación base para su integración en una red celular basada en tecnologías GSM/UMTS*

Iñiguez, S. (2011). *¿Qué es la automatización de procesos?*. Obtenido de es.over-blog.com: https://es.over-blog.com/Que_es_la_automatizacion_de_procesos-1228321767-art127041.html

Comes, R; Alvarez, F; Palacio, F; Ferre, R; Romero, J; Roig, O. (2010) LTE: Nuevas tendencias en comunicaciones móviles.

Creswell, John W. (1994). *Diseño de investigación. Aproximaciones cualitativas y cuantitativas*. Sage. Capítulo 9: "El procedimiento cualitativo", pp.143-171.

Hernández Sampieri, Fernández Collado y Batista Lucio. (2004) *Metodología de la investigación*. Tercera edición. Editorial McGraw-Hill Interamericana. México, DF. Página 119.

Barrantes Echeverría, Rodrigo. 1991. *Investigación: Un camino al conocimiento, Enfoque Cualitativo y Cuantitativo*. San José, Costa Rica: Editorial Universidad Estatal a Distancia (Euned).

Chinchilla Jiménez, Alexis. 2002. *Guía para la elaborar trabajos de graduación*. San José, Costa Rica.

Varas C, Marcela 2000. *Gestión de Proyectos de Desarrollo de Software*

Vélez, F, (2007). *El momento de la realidad del a tercera generación:*

Proyectos y tesis. (2103). *¿Cómo se elabora un marco teórico?* Obtenido de http://www.proyectosytesis.com.ar/index.php?martic_id=0000000003&mnenel ec=1

Barrantes Echeverría, Rodrigo. 1991. *Investigación: Un camino al conocimiento, Enfoque Cualitativo y Cuantitativo*. San José, Costa Rica: Editorial Universidad Estatal a Distancia (Euned).

LUNA, P. y otros (2005). "Los Delphi como fundamento metodológico predictivo para la investigación de sistemas de información y tecnologías de la información". Pixel-Bit. *Revista de Medios y Educación*. 26, 89-112

Ericsson AB. 2008. GSM BSS 08 Integration for Field Maintenance. Doc. 01/038 13-EN/LZU 108 7130 Rev. A. Suecia.

V. M. F. Salmerón, «Ejemplo de diseño e implementacion de una estacion base GSM/UMTS,» Valencia, España, 2010.

Roger L. Freeman. 2005. *Fundamentals of Telecommunications*. (2 ed.). Editorial Wilwey & Sons Ltd. Chichester. England.

Salas, J (2007) *.La utilización de software libre y estándares abiertos en la construcción del gobierno electrónico*

Heine, Gunnar. 1998. GSM Network Protocols, Terminology and Implementation. Editorial Artech House, Inc. Norwood. United States of America.

Silvestrini Ruiz, María; Vargas Jorge, Jacqueline (2008) *Fuentes de información primarias, secundarias y terciarias*. [Versión PDF] Recuperado el 19 de Octubre del 2015 de ponce.inter.edu/cai/manuales/FUENTES-PRIMARIA.pdf

APÉNDICES

Entrevista.

Entrevista personal de operación y mantenimiento OMCR

¿Qué información es necesaria para proceder a realizar una instalación de una radio base 3G?

¿Quiénes son los encargados de suministrar dicha información?

¿Posee usted capacitación en 3G?

¿Cuáles son las diferentes configuraciones posibles que pueda tener un nodo 3G?

¿Cuánto demora en realizar los scripts necesarios para integrar una radio base 3G?

Con respecto a otras tareas de O&M, ¿cuánto tiempo le consume integrar una radio base 3G?

¿Qué debilidades considera usted tiene este proceso actualmente?

¿Qué problemas pueden presentarse al incurrir en error al momento de configurar una radio base 3G?

¿Qué tan comunes son dichos errores?

¿Conociendo que actualmente este proceso de elaboración de scripts se realiza manualmente, estaría dispuesto a utilizar una herramienta digital que le permita realizar dicha tarea de forma automatizada?

¿Qué tanto trabajo le liberaría una herramienta automatizada para realizar dichas labores?

¿Considera que será necesaria?

**UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA
CENTRO DE INFORMACION TECNOLOGICO (CENIT)
CARTA DE AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES PARA LA CONSULTA, LA
REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA
DE LOS TRABAJOS FINALES DE GRADUACION**

San José, 24 octubre 2018.

Señores:

Universidad Hispanoamericana
Centro de Información Tecnológico (CENIT)

Estimados Señores:

El suscrito (a) Henry Hidalgo Barrientos con número de identificación 205720625 autor (a) del trabajo de graduación titulado Propuesta optimización y automatización presentado y aprobado en el año 2018 como requisito para optar por el título de Bachillerato; (~~SI~~/NO) autorizo al Centro de Información Tecnológico (CENIT) para que con fines académicos, muestre a la comunidad universitaria la producción intelectual contenida en este documento.

De conformidad con lo establecido en la Ley sobre Derechos de Autor y Derechos Conexos N° 6683, Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica.

Cordialmente,

Henry Hidalgo B
Firma y Documento de Identidad