

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

ESTUDIO Y ANÁLISIS DE LA REGULACIÓN Y NORMATIVA EN EL SERVICIO DE DATOS MÓVILES PARA TECNOLOGÍAS 4G Y EL MONITOREO Y DESEMPEÑO DE ÉSTAS REDES EN COLOMBIA

Jhon Fredy Gutiérrez López

Ingeniería de Telecomunicaciones

Director Germán David Góez Sánchez

INSTITUTO TECNOLÓGICO METROPOLITANO

2015-07-07

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

RESUMEN

Según 4G Americas para el año 2019 se llegará a cerca de 2.500 millones de suscriptores a 4G a nivel mundial; de los cuales Latino América aportará aproximadamente 89 millones; En Colombia se llegó a 466.217 abonados y 1.134.987 suscriptores a LTE. Así las cosas, queda expuesta la necesidad de contar con una regulación para la tecnología 4G que ofrezca garantías en la prestación del servicio y la compatibilidad con otras tecnologías, asegurando la máxima calidad de servicio posible.

En este trabajo se desarrolla el estudio de las disposiciones regulatorias y planes de gestión en algunos países de las Américas, también Estándares, Especificaciones y Recomendaciones de las entidades más importantes en telecomunicaciones y tecnologías para banda ancha móvil; lo que permitió seleccionar un conjunto de normas que servirá como base para establecer una nueva regulación en Colombia que asegure la prestación óptima del servicio con 4G y las tecnologías que están por venir.

Palabras clave: 4g, lte, regulación, comunicación móvil, monitoreo y desempeño de redes 4G, espectro radioeléctrico

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

RECONOCIMIENTOS

El autor de este trabajo desea expresar su sincera gratitud a Fernando Gutiérrez Gómez y Doralba López Sánchez por su soporte y paciencia durante el todo proceso de formación profesional. También desea agradecer al equipo docente encargado de compartir su conocimiento a lo largo de los años como estudiante del Instituto Tecnológico Metropolitano, en especial a los docentes Juan Diego Vélez, Fabio León Suarez, Eric Suescún y Jeferson Martínez. El autor además extiende sus agradecimientos a David Góez por aportar su experiencia, conocimiento y acompañamiento al desarrollo de este trabajo.

Finalmente se agradece también a Ministerio de las TIC, CRC y ANE; de la misma manera a los operadores Claro y Tigo; y a las entidades ITU, IEEE y 3GPP por su colaboración suministrando la información requerida para poder desarrollar este estudio.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

ACRÓNIMOS

3GPP Third Generation Partnership Project

AMPS Advanced Mobile Phone System

ARIB Association of Radio Industries and Businesses

AS Application Server

CCSA China Communications Standards Association

CDMA Code Division Multiple Access

CRC Comisión Reguladora de Comunicaciones

CSS CSG Subscriber Serve

EDGE Enhanced Data Rates for Global Evolution

eNodeB E-UTRAN NodeB

EPC Evolved Packet Core

ETSI European Telecommunications Standards Institute

E-UTRAN Evolved UMTS Terrestrial Radio Access Network

FCC Federal Communications Commission

FDD Frequency Division Duplex

FTP File Transfer Protocol

FTTH Fiber to the Home

GERAN GSM/EDGE Radio Access Network

GGSN Gateway GPRS Support Node

GPRS General Packet Radio Service

GSM Global System for Mobile Communications

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

GTP GPRS Tunnelling Protocol

HRPD High-Rate Packet Data

HSCSD High-Speed Circuit-Switched Data

HSDPA High-Speed Downlink Packet Access

HSS Home Subscriber Server

HTTP Hypertext Transfer Protocol

HSUPA High-Speed Uplink Packet Access

I-CSCF Interrogating Call Session Control Function

IEEE Institute of Electrical and Electronics Engineers

IMT International Mobile Telecommunications

IP Internet Protocol

IFT Instituto Federal de Telecomunicaciones

IMS IP Multimedia Subsystem

ITU Unión Internacional de Telecomunicaciones

LTE Long Term Evolution

MGCF Media Gateway Control Functions

MIMO Multiple Input/Multiple Output

MME Mobility Management Entity

NAS Non-access Startum

NMT Nordic Mobile Telephone System

OFDMA Orthogonal Frequency-Division Multiple Access

PCRF Policy and Charging Rules Function

PDCCP Packet Data Convergence Protocol

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

PDN Packet Data Network

PDP Packet Data Protocol

P-CSCF Proxy Call Session Control Function

P-GW Packet-Data Network Gateway (también PDN-GW)

POTS Plain Old Telephony Services

RLC Radio Link Control

RLF Radio Link Failure

RLT Radio Link Time Out'

RRC Radio Resource Controller

QAM Quadrature Amplitude Modulation

QoS Quality-of-Service

QPSK Quadrature Phase Shift Keying

S1 The interface between eNodeB and the Evolved Packet Core

SAE System Architecture Evolution

SCMA Servicio de Comunicaciones Móviles Avanzadas

SCTP Stream Control Transmission Protocol

SC-FDMA Single Carrier Frequency Division Multiple Access

S-CSCF Serving Call Session Control Function

SGW Serving Gateway

SGSN Serving GPRS Support Node

SIP Session Initiation Protocol

SNR Signal-to-noise ratio

TACS Total Access Communications System

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

TDD Time Division Duplex

TDMA Time Division Multiple Access

TIC Tecnologías de la Información y Comunicaciones

TSDSI Telecommunications Standards Development Society

TTA Telecommunications Technology Association

TTC Telecommunication Technology Committee

UE User Equipment

UMTS Universal Mobile Telecommunications System

UTRAN UMTS Terrestrial Radio Access

VoIP Voice-Over-IP

VPN virtual private network

WCDMA Wideband Code Division Multiple Access

WiMAX Worldwide Interoperability for Microwave Access

X2 The interface between eNodeBs

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN	10
2.	MARCO TEÓRICO	13
	Origen del 4G, evolución desde la primera hasta la cuarta generación	13
	La necesidad de desarrollar LTE	16
	Arquitectura de 4G.....	17
	LTE-Advanced	22
	Espectro Radioeléctrico.....	23
3.	METODOLOGÍA.....	25
	Regulación para comunicaciones móviles en otros países	25
	Organismos internacionales.....	27
	Marco regulatorio para comunicaciones móviles en Colombia.....	36
	De la regulación para 4G	39
	Disposiciones del Ministerio, ANE y los operadores que prestan el servicio de 4G	40
	De los operadores de 4G en Colombia.....	42
	Síntesis de la problemática de no contar con regulación propia para 4G	54
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	56
	Actualidad de las regulaciones colombianas y los operadores nacionales.....	58
	Recomendaciones que servirán como base para un futuro marco regulatorio para el servicio de 4G en Colombia	61
5.	CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO	69
	REFERENCIAS	71
	APÉNDICE.....	84
	Apéndice A	84
	Apéndice B	86
	Apéndice C.....	89
	Apéndice D	90
	Apéndice E.....	92

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Apéndice F..... 95

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

1. INTRODUCCIÓN

Del crecimiento de 4G

El mercado de banda ancha móvil ha experimentado un vertiginoso crecimiento gracias al desarrollo de nuevas tecnologías implementadas en todo el mundo, nuevas redes desplegadas, nuevos y llamativos dispositivos móviles y más de medio millón de aplicaciones móviles. Por todas estas razones la banda ancha móvil representa en la actualidad la vanguardia en innovación y desarrollo para Computación, Redes, Internet y Software

Según 4G Américas¹, el crecimiento de conexiones 4G a nivel mundial se ha incrementado de manera exponencial hasta Junio de 2014; resaltando la creciente necesidad de los usuarios por tener conexiones de alta velocidad y servicios de aplicaciones rápidas y sin congestión (Academy, 2014).

De la regulación colombiana para comunicaciones móviles

A pesar de que existe regulación para garantizar la calidad del servicio en las redes móviles, y en ella se habla del monitoreo de algunos de sus servicios dentro del plan Vive Digital, en realidad se observa que en su mayoría éstas regulaciones se enfocan en las tecnologías 2G y 3G, y la calidad de servicio de los servicios de voz; por lo que a partir del crecimiento en las redes 4G en Colombia se hace necesario realizar un estudio desde el punto de vista regulatorio, debido a que se desconoce en detalle la normatividad sobre el monitoreo del desempeño que ofrece esta tecnología.

El no conocer la gestión realizada por los dispositivos de red genera problemas tales como la imposibilidad de detectar de manera temprana fallas en el sistema, o no conocer el punto exacto donde se presenta una falla en caso de haberla. También se tiene la incapacidad de monitorear en tiempo real el comportamiento y desempeño de la red en parámetros tan importantes como SNR, potencia, temperatura de los equipos, etc., por lo cual no se puede garantizar la calidad del servicio a los usuarios del sistema, ni dar una atención oportuna ante quejas provocadas por éstas mismas falencias. En este trabajo se pretende contribuir al mejoramiento de la calidad del servicio y a la prestación de éste, proponiendo un conjunto de recomendaciones regulatorias que permitan conseguir un

¹ <http://www.4gamericas.org>

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

eficiente monitoreo y desempeño en las redes 4G, mediante el desarrollo de los objetivos planteados a continuación.

Objetivo general

Formulación de un conjunto de recomendaciones regulatorias y acciones a tomar, a partir del análisis y caracterización de políticas y normativas nacionales e internacionales, que permitan conseguir un eficiente monitoreo y desempeño en las redes 4G en favor de mejorar y garantizar la calidad de servicio.

Objetivos específicos

- Definir una base que permita establecer un modelo para normativas 4G, mediante el análisis de políticas de regulación nacionales e internacionales, normativas y recomendaciones de la ITU, 3GPP e IEEE; entregando en un cuadro comparativo la información de las entidades consultadas y qué normativas cumplen
- Identificar las variables adecuadas de medida de calidad de servicio por medio de la caracterización de las políticas de los operadores a nivel nacional que tienen asignada licencia para prestar el servicio de 4G; presentando cuadro comparativo las normas y estándares sobre las que se basan para ofrecer sus servicios en Colombia
- Establecer un conjunto de normas que sirva como base para un futuro marco regulatorio en el servicio de 4G en Colombia, a partir de la regulación existente para 2G y 3G, donde se apliquen las recomendaciones y estándares internacionales, y se tengan en cuenta las experiencias de otros países en este campo

El primer objetivo describe el marco regulatorio de telecomunicaciones en Colombia, haciendo una revisión de las normas y disposiciones dadas por la CRC y el Ministerio de las TIC acerca de la asignación del espectro radioeléctrico y las comunicaciones móviles 4G; también se incluye la descripción de la regulación para telecomunicaciones de otros países como Argentina, México y Estados Unidos respecto a la tecnología 4G, seguido de las normas, resoluciones y recomendaciones por parte de la ITU, IEEE y 3GPP, terminando con una tabla comparativa de las revisiones realizadas.

El segundo objetivo comprende el estudio de la información sobre calidad de servicio que entregan los principales operadores de 4G en Colombia, comparando los datos obtenidos con los resultados del objetivo primero y consignando la información en un cuadro informativo. El tercer objetivo finaliza el desarrollo de las actividades de éste trabajo, con

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

la entrega del informe final conteniendo el conjunto de recomendaciones que sirva como base para un futuro marco regulatorio para el servicio de 4G en Colombia.

Dentro de este trabajo se puede encontrar en el primer capítulo el Marco Teórico que será la base para su respectivo desarrollo, incluyendo una breve descripción de las generaciones anteriores a 4G, y de manera más detallada se habla sobre el estado del arte de LTE. En el segundo capítulo se presenta la metodología establecida para la elaboración del estudio. Para el tercer capítulo se muestran los resultados obtenidos a través del desarrollo de la metodología propuesta en el capítulo anterior, y finalmente en el cuarto capítulo se definen las conclusiones a la que se llegó después de realizar el proceso de estudio y análisis de las regulaciones nacionales, internacionales, estándares y normas de las entidades encargadas de establecer estos dictámenes.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

2. MARCO TEÓRICO

Origen del 4G, evolución desde la primera hasta la cuarta generación

El desarrollo de las comunicaciones móviles ha sido visto tradicionalmente como una secuencia de generaciones sucesivas. La primera generación (1G) de telefonía análoga fue seguida por la digital, la segunda generación (2G). Luego, la tercera generación (3G) fue prevista para habilitar total transmisión de datos multimedia y además de comunicaciones de voz. Paralelo a estas actividades relacionadas con la evolución de las actuales tecnologías inalámbricas, también se ha incrementado la investigación sobre el futuro de acceso por radio, referido a éste como cuarta generación (4G). Tal futuro está previsto para tomar el desempeño y servicio de los sistemas inalámbricos un paso más lejos, proporcionando transmisiones de hasta 100Mbps con una cobertura en un área amplia y hasta 1Gbps en áreas más pequeñas.

Con el objetivo de proporcionar ancho de banda de alta velocidad, sistemas móviles basados en Protocolo de Internet (IP), transparencia del servicio, facilidad de desplazamiento entre sitios sin perder conectividad, la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU) lanzó la iniciativa llamada Telecomunicaciones Móviles Internacionales (IMT-2000). Dos asociaciones se originario a partir de la iniciativa IMT-2000: Third Generation Partnership Project (3GPP), y Third Generation Partnership Project 2 (3GPP2). Ambas asociaciones desarrollaron sus propias versiones de 2G y 3G, y son las responsables del desarrollo más allá de sistemas móviles que van más allá de 3G (Ali-Yahiya, 2011).

Primera generación móvil 1G

La primera generación de redes celulares fue análoga y limitada a servicios de voz únicamente. Entre 1970 y 1980, varios sistemas de comunicación celular de 1G fueron presentados; el primer sistema, Advanced Mobile Phone System (AMPS), fue presentado en Estados Unidos a finales de 1970. Otros sistemas 1G eran: Nordic Mobile Telephone System (NMT) y Total Access Communications System (TACS). Mientras estos sistemas ofrecían razonablemente buena calidad de voz, proporcionaban una baja eficiencia espectral. Lo anterior creó la necesidad de evolucionar a 2G para superar los inconvenientes de la tecnología de 1G (Ali-Yahiya, 2011).

Segunda generación móvil 2G

Los sistemas digitales de segunda generación (2G) prometían más capacidad y mejor calidad de voz que sus contrapartes de 1G. Los dos sistemas mayormente desarrollados en 2G son

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Global System for Mobile Communications (GSM) y Code Division Multiple Access (CDMA) el cual ahora es conocido como cdmaOne. Cada uno de estos sistemas se hizo parte de una asociación diferente, 3GPP y 3GPP2 respectivamente.

Hubo una evolución en la mejora de las principales interfaces de aire para GSM, las cuales son: 1) Tasas de datos más altas para servicios de conmutación de circuitos a través de la agregación de varios espacios de tiempo por marco de TDMA con High-Speed Circuit-Switched Data (HSCSD). 2) General Packet Radio Service (GPRS), que tenía un soporte eficiente de tráfico de paquetes en tiempo no-real. Alcanzaba picos en tasa de datos hasta de 140Kbps. 3) Enhanced Data Rates For Global Evolution (EDGE) incrementó las tasas de datos hasta 384Kbps con modulación de alto nivel y codificación dentro de la portadora existente con ancho de banda de 200kHz (Ali-Yahiya, 2011).

Tercera generación móvil 3G

La evolución de los sistemas basados en GSM estuvo a cargo de la asociación 3GPP, la cual definió Universal Mobile Telecommunications System (UMTS). Los componentes principales de UMTS son: UMTS Terrestrial Radio Access (UTRAN) basado en Wideband Code Division Multiple Access (WCDMA), y GSM/EDGE Radio Access Network (GERAN) basado en tasas de datos mejoradas de GSM.

La 3GPP2 introdujo High-Rate Packet Data (HRPD) al cual se le conoce también como CDMA20001xEV-DO. Éste estándar permite técnicas de conmutación de paquetes de alta velocidad diseñadas para transmisiones de paquetes de alta velocidad, llegando a picos en tasas de datos hasta de 2Mbps. Por su parte la 3GPP introdujo una mejora al sistema WCDMA proporcionando High-Speed Downlink Packet Access (HSDPA) que trajo consigo eficiencia espectral para servicios de datos de alta velocidad en 2001. Luego introdujo High-Speed Uplink Packet Access (HSUPA) en 2005, ésta combinación es conocida como HSPA.

La última evolución de HSPA es HSPA+ que es el resultado de agregar capacidad Multiple Input/Multiple Output (MIMO) en el sistema de antenas, con modulaciones 16QAM en subida y 64QAM en bajada. Además de mejoras en la red de acceso para conectividad continua de datos. HSPA+ permite hasta 11Mbps en subida y 42Mbps en bajada (Ali-Yahiya, 2011).

Cuarta generación móvil 4G

Las redes 4G son soluciones IP que entregan contenido de voz, datos y multimedia a usuarios móviles en cualquier momento y casi en cualquier lugar. Ofrecen tasas de datos con grandes mejoras sobre las generaciones de tecnología inalámbrica previas. Conexiones de banda ancha más rápidas permiten soportar servicios de datos de mayor nivel,

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

incluyendo aplicaciones de negocios, audio y video, mensajería de video, video llamadas, TV móvil, y juegos.

La 3GPP² comenzó a investigar el estándar Long Term Evolution³ como una tecnología viable en 2004. Durante su etapa de desarrollo se esperaba que ofreciera un número de distintas ventajas sobre otras tecnologías inalámbricas; estas ventajas incluyen atributos de desempeño mejorados, así como grandes picos de tasa de datos y poca latencia, además de gran eficiencia usando el espectro radio eléctrico. La Tabla 1 muestra una comparación entre los parámetros principales de las diferentes tecnologías inalámbricas existentes (Ali-Yahiya, 2011).

Parameters	LTE	Mobile WiMAX	HSPA	1xEV-DO Rev-A	WiFi
Standards	3GPP	IEEE 802.16e	3GPP	3GPP2	IEEE 802.11a/g/n
Bandwidth	1.4, 3, 5, 10, 15 and 20 MHz	3.5, 7, 5, 10, and 8.75 MHz	5 MHz	1.25 MHz	20 MHz for 802.11a/g and 20/40 MHz for 802.11n
Frequency	2 GHz initially	2.3, 2.5, and 3.5 GHz initially	800/900/1,800/1,900/2,100 MHz	800/900/1,800/1,900 MHz	2.4, 5 GHz
Modulation	QPSK, 16 QAM, 64 QAM	QPSK, 16 QAM, 64 QAM	QPSK, 16 QAM	QPSK, 8 PSK, 16 QAM	BPSK, QPSK, 16 QAM, 64 QAM
Multiplexing	SC-FDMA/OFDMA	TDM/OFDMA	TDM/CDMA	TDM/CDMA	CSMA
Duplexing	TDD and FDD	TDD initially	FDD	FDD	TDD
Coverage	5-62 miles	<2 miles	1-3 miles	1-3 miles	<100 ft indoors, <1,000 ft outdoors
Mobility	High	Mid	High	High	Low

Comparación de LTE con otras tecnologías de banda ancha inalámbricas (Ali-Yahiya, 2011)

Tabla 1

Otras ventajas son:

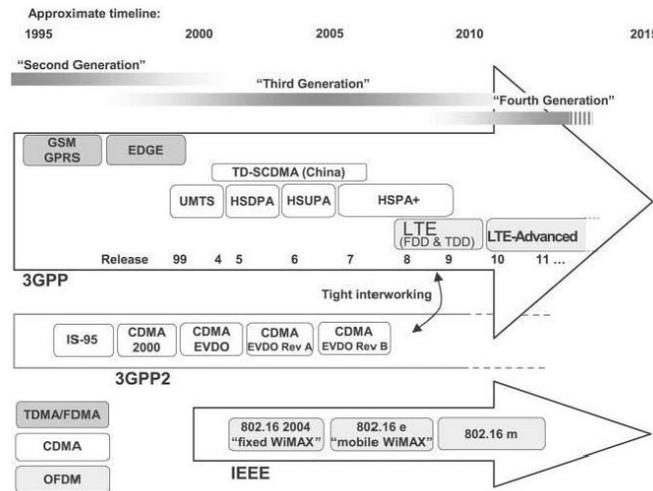
- Alta eficiencia espectral
- Muy baja latencia
- Soporta ancho de banda variable
- Arquitectura simple de protocolos
- Compatibilidad con tecnologías previas de la 3GPP
- Compatibilidad con otros sistemas, p.e. cdma2000, etc.
- Multicast/Broadcast eficiente

(Ali-Yahiya, 2011)

² 3rd Generation Partnership Project

³ LTE

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22



Línea de tiempo aproximada de la evolución de las comunicaciones móviles (Sesia et al., 2011)

Fig. 1

La necesidad de desarrollar LTE

La necesidad de evolucionar de 3G a 4G está dada por la creación y desarrollo de nuevos servicios para dispositivos móviles, y es facilitada debido al avance de la tecnología disponible para los sistemas móviles.

El rápido incremento en el uso de Internet para proveer toda clase de servicios desde los años 90 comenzó al mismo tiempo que los sistemas 2G y 3G empezaran a ser de uso masivo. Ser capaz de soportar los mismos servicios basados en IP en un dispositivo móvil de la misma manera que una persona lo haría en una red fija es un gran reto y una de las principales necesidades de desarrollar LTE.

La telefonía fija (POTS) y generaciones previas de tecnologías móviles fueron construidas para servicios de conmutación de circuitos, especialmente la voz. No fue sino hasta la evolución de 3G en HSPA y luego en LTE/LTE-Advanced que la conmutación de paquetes se convirtió en el elemento principal de los diseños de red. Los viejos servicios de conmutación de circuitos permanece, pero a través de LTE proporcionados sobre IP, como por ejemplo voz sobre IP (VoIP) (Erik Dahlman, Stefan Parkvall, 2011). Son tres elementos principales que se tienen en cuenta para soportar la necesidad del desarrollo de LTE:

- Tasa de datos: La siempre creciente demanda por tasas de datos más altas para navegación web, streaming y transferencia de datos empuja los picos de datos para sistemas móviles desde Kbps para 2G, Mbps para 3G y Gbps para 4G.
- Latencia (delay): Servicios interactivos tales como video juegos en tiempo real, sino también navegación web y transferencia de datos interactiva, tienen

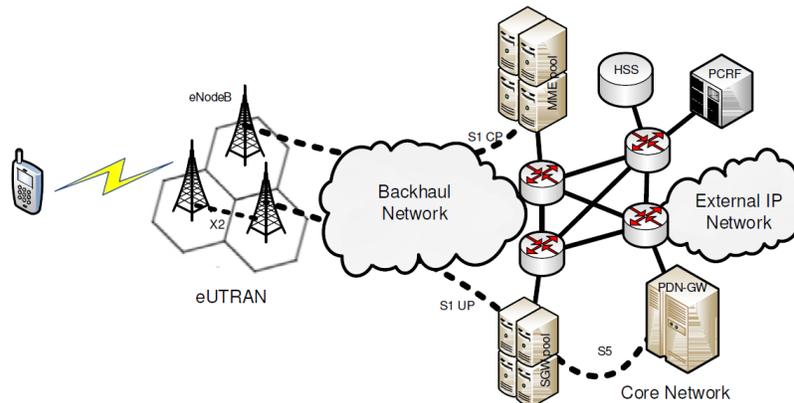
 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

requerimientos para una muy baja latencia, haciéndolos prioridad en un diseño de red.

- Capacidad: Para un operador las tasas de datos proporcionadas al usuario final no es lo único importante, también lo es el total de datos que pueden ser proporcionados en promedio desde cada estación base en Hertz del espectro licenciado. Ésta medida es llamada Eficiencia Espectral. En un caso donde la capacidad de un sistema móvil es baja la Calidad del Servicio (QoS) para cada usuario se degradará.

La demanda por nuevos servicios móviles y la evolución de la interfaz radio a LTE también es la razón por la que se hizo necesario evolucionar el núcleo (core) de la red. El System Architecture Evolution (SAE) fue iniciado al mismo tiempo que el desarrollo de LTE comenzó, y como resultado nació el Evolved Packet Core (EPC), desarrollado para soportar HSPA y LTE/LTE-Advanced, centrándose en el dominio de conmutación de paquetes (Erik Dahlman, Stefan Parkvall, 2011).

Arquitectura de 4G

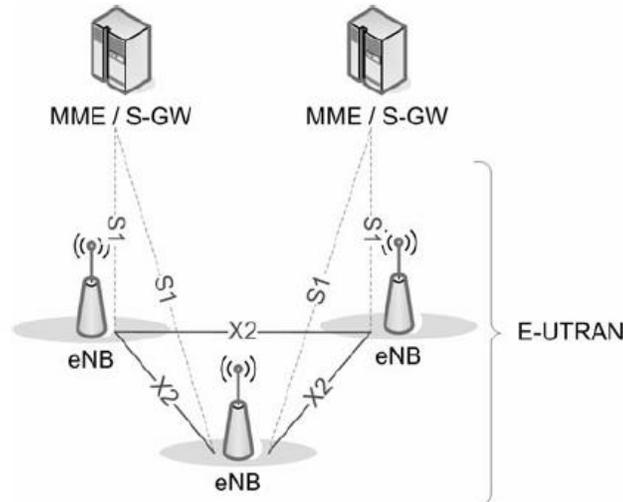


Arquitectura de una red LTE (Horvath, 2013)

Fig. 2

La arquitectura de LTE tiene dos componentes principales: la red de acceso y el núcleo de la red (Core). La red de acceso es la E-UTRAN, y el Core que funciona completamente sobre IP y con conmutación de paquetes. Servicios como la voz, que son tradicionalmente trabajados con conmutación de circuitos, son ahora manejados por la red IP Multimedia Subsystem (IMS) (Ali-Yahiya, 2011).

Red de acceso E-UTRAN



Arquitectura red de acceso E-UTRAN (Ali-Yahiya, 2011)

Fig. 3

E-UTRAN es la interfaz de aire desarrollada por la 3GPP para las redes móviles LTE. Es un estándar de acceso por radio construido para ser reemplazo de las tecnologías UMTS, HSDPA y HSUPA. E-UTRAN es una completamente nueva interfaz, que proporciona tasas de datos más altas y menor latencia, y está optimizado para paquetes de datos. Utiliza Orthogonal Frequency Division Multiple Access (OFDMA) para la bajada, y Single Carrier Frequency Division Multiple Access (SC-FDMA) para la subida. En LTE, E-UTRAN consiste en un solo nodo, es decir el eNodeB que se comunica con el equipo del usuario (UE). El objetivo de esta simplificación es reducir la latencia entre todas las operaciones de las interfaces radio. Los eNodeBs están conectados entre sí a través de la interfaz X2, y se encuentran conectados al Core por medio de la interfaz S1 (Ali-Yahiya, 2011).

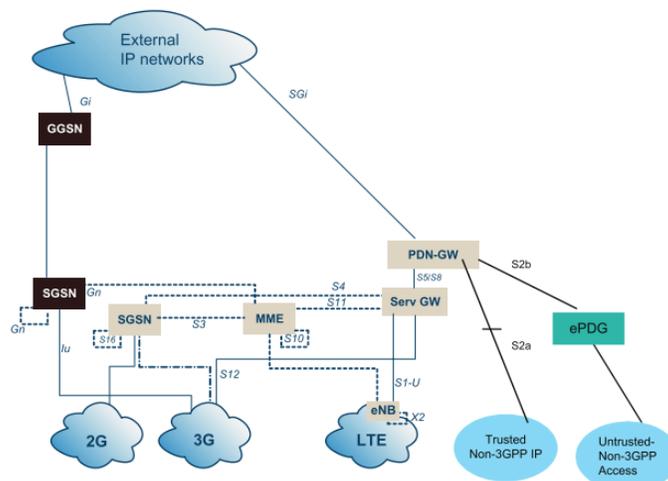
Núcleo de la red (Evolved Packet Core)

El componente principal de SAE es el Evolved Packet Core (EPC), el cual consiste de los siguientes elementos:

- **Serving Gateway (S-GW):** enruta y transmite paquetes de usuario, y además actúa como ancla para el plano de usuario durante el intercambio de celda (handover) y también como ancla de movilidad entre LTE y otras tecnologías diferentes a 3GPP. Se encarga de terminar la conexión para UEs inactivos. También desempeña repetición del tráfico de usuario en caso de interrupción.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

- **Mobility Management Entity (MME):** es responsable del seguimiento de los UEs en modo inactivo, y también de elegir el S-GW para un UE en el vínculo inicial al momento del handover. Además realiza las funciones de autenticación de usuario. El MME también proporciona el plano de control para la movilidad entre LTE y redes 2G y 3G con la interface S3.
- **Packet Data Network Gateway (PDN-GW):** Proporciona la conectividad del UE hacia las redes de paquetes de datos externas, siendo el punto de entrada y salida de tráfico para el UE. Un UE puede tener conexión con varios PDN-GW simultáneamente para acceder diferentes redes de datos. También actúa como ancla entre tecnologías 3GPP y no-3GPP (Ali-Yahiya, 2011).



Interfaces de GTP para tecnologías 3GPP y no 3GPP(Olsson, Sultana, Rommer, Frid, & Mulligan, 2013)

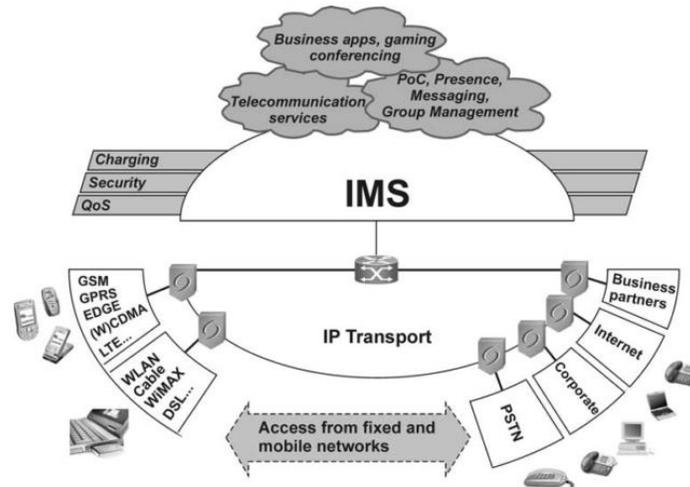
Fig. 4

IP Multimedia Subsystem (IMS)

Para poder comunicarse, las aplicaciones basadas en IP deben tener un mecanismo que se los permita. Ésta crítica capacidad de conectividad es ofrecida solamente por proveedores aislados y de único servicio en la Internet; los sistemas cerrados compiten por los usuarios, y se enfocan en retenerlos pero no les permiten mayor interacción con otros proveedores de servicios y aplicaciones. Por tanto, surge la necesidad de tener IP Multimedia Subsystem (IMS), el cual permite que las aplicaciones basadas en dispositivos IP establecer conexiones seguras y rápidas de acuerdo a la demanda de datos y tráfico actual.

IMS es una arquitectura de control de servicios, basada en estándares de conectividad IP, de acceso independiente y global, que permite que diferentes tipos de servicios multimedia sean utilizados por los usuarios finales usando los protocolos de internet comúnmente conocidos.

La integración de la voz y los servicios de datos incrementa la productividad y la efectividad en general, mientras que el desarrollo innovador de aplicaciones integrando voz, datos y multimedia creará demandas para nuevos servicios. La habilidad para integrar movilidad y la red IP es crucial para el futuro de las comunicaciones móviles (Poikselka & Mayer, 2009).

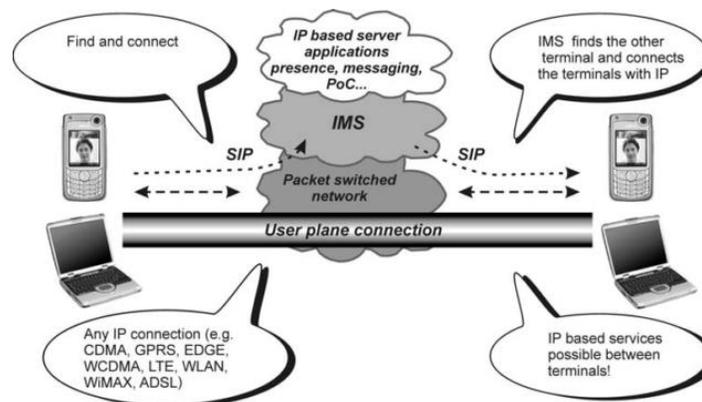


IMS en redes convergentes (Poikselka & Mayer, 2009)

Fig. 5

La integración que propone IMS se basa en tres parámetros principales:

- Convergencia de redes
- Convergencia de servicios
- Convergencia de dispositivos

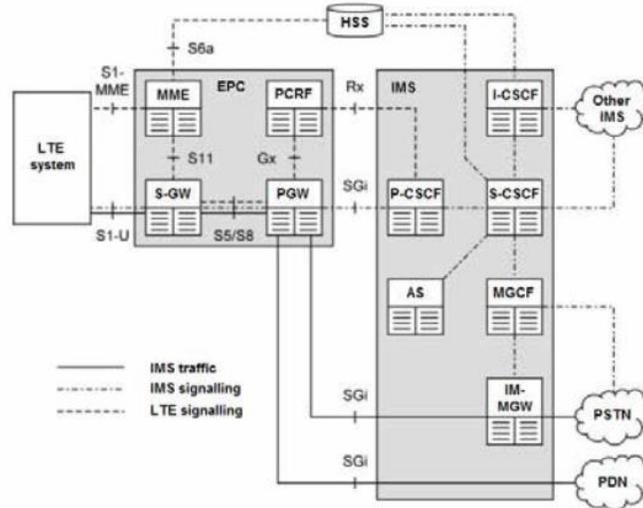


El papel de IMS en redes de paquetes conmutados (Poikselka & Mayer, 2009)

Fig. 6

Arquitectura de IMS

Dado que 4G está soportado sobre la tecnología IMS, los elementos de su infraestructura son compartidos.



Arquitectura de IMS (Zagreb, 2013)

Fig. 7

Plano de usuario

La parte de plano de usuario en la interfase S1 está basada en GPRS Tunneling Protocol (GTP), el cual usa un mecanismo de tunelamiento asegurándose de que los paquetes IP destinados a un UE determinado sean entregados al eNodeB donde el UE se encuentra actualmente localizado. GTP encapsula el paquete IP dentro de un paquete IP externo que es direccionado al eNodeB apropiado.

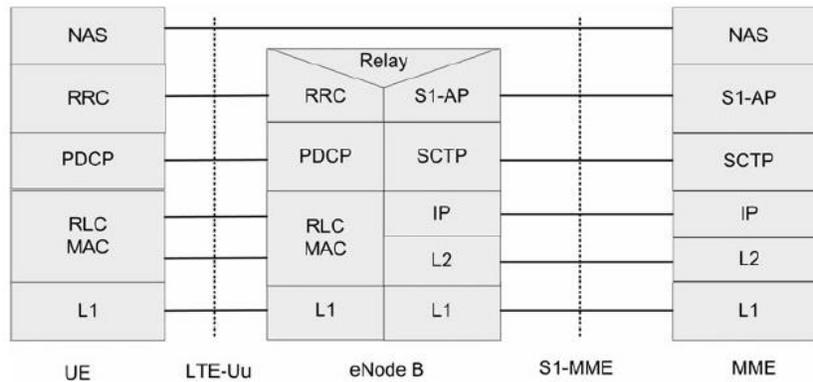
Toda la información enviada y recibida por un UE, así como la voz codificada en una llamada de voz o paquetes en una conexión de internet, son transportados por el plano de usuario. El tráfico del plano de usuario es procesado en diferentes niveles jerárquicos, desde el eNodeB hasta la red Core (EPC). También, el tráfico de control está estrictamente ligado al plano de control (Ali-Yahiya, 2011).

Plano de control

El plano de control tiene como función controlar los portadores de la interfaz radio y la conexión entre el UE y la red. El plano de control consiste en protocolos para controlar y dar soporte a las funciones del plano de usuario:

- Controlar las conexiones de acceso de la red E-UTRAN, así como vincular y desvincular
- Controlar los atributos de acceso de una red establecida, tales como una dirección IP
- Controlar la ruta de conexión de una red establecida con el fin de soportar movilidad del usuario
- Controlar la asignación de recursos de red con el fin de alcanzar las demandas de los usuarios

En el plano de control, el protocolo NAS, que se encarga del MME y UE, es usado con propósitos de control tales como vínculos de red, autenticación, ajustes para portadores, y administración de movilidad (Ali-Yahiya, 2011).



Pila de protocolos en el Plano de Control (Ali-Yahiya, 2011)

Fig. 1

LTE-Advanced

LTE-Advanced es una red inalámbrica de banda ancha que proporciona tasas de datos iguales o mayores que las redes cableadas actuales, como Fiber To The Home (FTTH), y a su vez proporciona mejor calidad de servicio. Siendo una evolución de LTE también tiene compatibilidad con sistemas previos (Ali-Yahiya, 2011). En la Tabla 2 se observa una comparación entre LTE y LTE-Advanced:

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Parameter	LTE	LTE-Advanced
Peak data rate downlink DL	300 Mbps	1 Gbps
Peak data rate uplink UL	75 Mbps	500 Mbps
Transmission bandwidth DL	20 MHz	100 MHz
Transmission bandwidth UL	20 MHz	40 MHz
Mobility	Optimized for low speeds (<15 km/h), high performance at speeds up to 120 km/h, and maintain links at speeds up to 350 km/h	Same as that in LTE
Coverage	Full performance up to 5 km	Same as LTE requirement
Scalable bandwidths	1.4, 3, 5, 10, 15, and 20 MHz	Up to 20–100 MHz

Comparación entre LTE y LTE-Advanced(Ali-Yahiya, 2011)
Tabla 2

Cabe destacar que, LTE y LTE-Advanced son la misma tecnología. El término “Advanced” es agregado principalmente para resaltar la relación entre LTE release 104 e IMT-Advanced (Erik Dahlman, Stefan Parkvall, 2011). Hasta el momento la actualización más reciente de la 3GPP es la release 13 (3GPP, 2014c).

Espectro Radioeléctrico

El Espectro Radioeléctrico es el medio por el cual se transmiten las frecuencias de ondas de radio electromagnéticas que permiten las telecomunicaciones, y son administradas y reguladas por los gobiernos de cada país. Según la ITU la definición de Espectro Radioeléctrico es: Las frecuencias del espectro electromagnético usadas para los servicios de difusión y servicios móviles, de policía, bomberos, radioastronomía, meteorología y hijos.

El espectro se divide en bandas de frecuencia que competen a cada servicio que estas ondas están en capacidad de prestar para las diferentes compañías de telecomunicaciones avaladas y protegidas por las instituciones creadas para tal fin de los estados soberanos (ANE, 2015c). Estas bandas se subdividen en nueve bandas de frecuencias, que se designan por números enteros y en orden creciente (ANE, 2014). Ver tabla 3.

⁴ 3GPP utiliza un sistema de “releases” con el fin de proveer a los desarrolladores con una plataforma estable para implementación y la adición de nuevas características requeridas por el mercado(3GPP, 2014c).

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Número de la banda	Símbolos (en inglés)	Gama de frecuencias (excluido el límite inferior, pero incluido el superior)	Subdivisión métrica correspondiente	Abreviaturas métricas para las bandas
4	VLF	3 a 30 KHz	Ondas miriamétricas	B.Mam
5	LF	30 a 300 KHz	Ondas kilométricas	B.km
6	MF	300 a 3 000 KHz	Ondas hectométricas	B.hm
7	HF	3 a 30 MHz	Ondas decamétricas	B.dam
8	VHF	30 a 300 MHz	Ondas métricas	B.m
9	UHF	300 a 3 000 MHz	Ondas decimétricas	B.dm
10	SHF	3 a 30 GHz	Ondas centimétricas	B.cm
11	EHF	30 a 300 GHz	Ondas milimétricas	B.mm
12		300 a 3 000 GHz	Ondas decimilimétricas	

NOTA 1: La «banda N» (N = número de la banda) se extiende de $0,3 \times 10^N$ Hz a 3×10^N Hz.
NOTA 2: Prefijos: k = kilo (10^3), M = mega (10^6), G = giga (10^9).

Bandas de frecuencia en el Espectro Radioeléctrico (ANE, 2014)

Tabla 3

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

3. METODOLOGÍA

Para el desarrollo metodológico de éste trabajo se realizó el análisis de las diferentes políticas, normas, estándares y recomendaciones nacionales e internacionales concernientes a 4G, incluyendo las sugerencias realizadas por la ITU e IEEE; seguido del estudio de los principales operadores nacionales, y se validó de qué forma cumplen la regulación establecida, según su información disponible. Se finaliza con el establecimiento de un conjunto de recomendaciones que sirva como base para un futuro marco regulatorio en el servicio de 4G en Colombia, a partir de la regulación existente para 2G y 3G, donde se apliquen las recomendaciones y estándares internacionales, y se tengan en cuenta las experiencias de otros países en este campo.

Regulación para comunicaciones móviles en otros países

Argentina

Por medio de la Resolución N° 5 de 2013 (S. de Comunicaciones, 2013), la república de Argentina aprueba el REGLAMENTO DE CALIDAD DE LOS SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES, cuyo objeto es, basado en recomendaciones de calidad de la ITU, establecer los requisitos de calidad exigibles para la prestación de los servicios de telecomunicaciones, en el ámbito de las redes de uso público tanto fijas como móviles, y es de cumplimiento obligatorio en todo el país. Esta resolución define elementos más importantes para los servicios de telecomunicaciones en cuanto a la calidad del servicio y la prestación de éste, como:

- Indicadores de calidad, Artículo 4°
- Sistema de medición, Artículo 5°
- Publicación indicadores de calidad, Artículo 10°

En la Resolución N° 17 de 2014 (CNC, 2014b), y el Decreto 671 de 2014 (CNC, 2014a) se define la atribución de las bandas 1710-1770 MHz y 2110-2170 MHz al Servicio Móvil Terrestre con categoría primaria, las cuales corresponden a las bandas IMT designadas por la ITU para la operación de 4G.

Por medio de la Resolución N° 37 de 2014 (CNC, 2014c) se resuelve la aprobación del Reglamento General del Servicio de Comunicaciones Móviles Avanzadas (SCMA), que se define como: Servicio inalámbrico de telecomunicaciones, que mediante el empleo de tecnología de acceso digital, soporta baja y alta movilidad del usuario, altas tasas de transferencia de datos, interoperabilidad con otras redes fijas y móviles, con capacidad para

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

itinerancia mundial y orientadas a la conmutación de paquetes que permiten la utilización de una amplia gama de aplicaciones, incluyendo las basadas en contenido multimedia. Tal definición cobija los servicios prestados con la tecnología 4G y contempla elementos como:

- Tpe de espectro radioeléctrico, Artículo 4°
- Tecnología, Artículo 6°
- Prestaciones esenciales, Artículo 7°
- Condiciones de servicio, Artículo 8°

La regulación en telecomunicaciones en Argentina se ha actualizado en los últimos años para ajustarse a las nuevas tecnologías de banda ancha inalámbrica, aunque no se habla específicamente de 4G o de su monitoreo, su nuevo marco regulatorio es aplicable a ésta tecnología y asegura un buen futuro en calidad de servicio y prestación de este por parte de los operadores.

México

Referente a la regulación en éste país, se destacan documentos como EL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO EN MÉXICO. ESTUDIO ACCIONES (IFT, 2012), cuyo objetivo es establecer un marco de referencia para la planeación estratégica del espectro, ofreciendo inicialmente un diagnóstico general que abarca las bandas de frecuencias más relevantes partiendo de los 30 MHz hasta los 300 GHz, con la finalidad no sólo de cumplir con el mandato legal a la Comisión, sino como un primer insumo para el cumplimiento de los compromisos 41 y 44 contenidos en el Pacto Por México. Basado en recomendaciones por la ITU y desde el punto de vista jurídico y técnico, el proyecto busca, por medio de varias propuestas, que de forma eficiente se administre el espectro radioeléctrico y se realice la asignación de frecuencias cumplan con al menos los elementos básicos que aseguren una mejor explotación de este recurso.

También, dentro de su marco regulatorio se encuentran reformas recientes donde se actualizan y adicionan diversas disposiciones de artículos en la constitución política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de telecomunicaciones (GOBERNACION, 2013). La LEY FEDERAL DE TELECOMUNICACIONES Y RADIODIFUSIÓN (TRANSPORTES, 2014) presenta su actualización más reciente en julio de 2014, y su objetivo consiste en regular el uso, aprovechamiento y explotación del espectro radioeléctrico, las redes públicas de telecomunicaciones, el acceso a la infraestructura activa y pasiva, los recursos orbitales, la comunicación vía satélite, la prestación de los servicios públicos de interés general de telecomunicaciones y radiodifusión, y la convergencia entre éstos, los derechos de los usuarios y las audiencias, y el proceso de competencia y libre concurrencia en estos sectores, para que contribuyan a los fines y al ejercicio de los derechos establecidos en los artículos 6, 7, 27 y 28 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Aunque la regulación en telecomunicaciones mexicana no parece especificar normativas o recomendaciones para 4G y su monitoreo, sí determina elementos regulatorios que pueden aplicar para tal fin.

Estados Unidos de América

Por solicitud del congreso, en el año 2009 se le solicitó a la FCC⁵ desarrollar un Plan Nacional de Banda Ancha con el fin de garantizar el acceso de banda ancha a todos los estadounidenses (Federal Communications Commission, 2011). Su misión como plan es: desarrollar un Estados Unidos de alto rendimiento más eficiente, creativo y productivo, en el que se pueda acceder a una banda ancha económica desde cualquier lugar y en el que todos posean los medios y la capacidad para utilizar las valiosas aplicaciones de la banda ancha. Según el plan sus objetivos deben fijarse para 2020 de tal manera que sirvan de referencia para la próxima década.

El Plan Nacional de Banda Ancha realiza un estudio del estado actual de la banda ancha en ese país, pasando por el análisis de la innovación, competencia de la banda ancha entre las diferentes tecnologías, espectro radioeléctrico, infraestructura, entre otros; realizando recomendaciones al final de cada tema analizado con el propósito de establecer procesos y aplicaciones eficientes de las tecnologías y espectro para banda ancha.

La regulación establecida por la FCC se encuentra disponible para consulta en el sitio web llamado e-CFR⁶, donde se encuentra consignada la normatividad concerniente a telecomunicaciones, espectro radioeléctrico y comunicaciones móviles. Estas normas definen todos los aspectos que deben cumplir los operadores en materia de calidad de servicio y operación, sin hacer énfasis sobre la tecnología 4G.

Organismos internacionales

ITU

La Unión Internacional de Telecomunicaciones, creada por las Naciones Unidas como un organismo especializado para las tecnologías de la información y comunicación (TIC), es la encargada de atribuir el espectro radioeléctrico y las órbitas de satélite a escala mundial, y elaborar normas técnicas que garanticen la interconexión continua de las redes y tecnologías. La organización se encuentra dividida en tres sectores principales cuyos trabajos se llevan a cabo en conferencias y reuniones: Atribución de frecuencias radioeléctricas, gestión de las órbitas de los satélites y tecnologías de acceso, Normalización, Desarrollo (ITU, 2011b).

⁵ Comisión Federal de Comunicaciones (Federal Communications Commission)

⁶ Electronic Code of Federal Regulations(Federal Communications Commission, 2015)

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

El sector de mayor interés de este trabajo es el de Normalización, donde se encuentra los reglamentos y manuales dedicados a regular a nivel internacional las tecnologías de información y comunicaciones.

Debido a la cada vez mayor demanda de espectro de radiofrecuencias, se hace necesario establecer técnicas de comprobación del espectro alineados con las tecnologías de radiocomunicaciones y que la información sea de difusión mundial, por lo que en 2011 nace la más reciente edición del MANUAL COMPROBACIÓN TÉCNICA DEL ESPECTRO (Radiocomunicaciones, 2011), en inglés SPECTRUM MONITORING. El objetivo de la comprobación técnica del espectro es apoyar los procesos de gestión del espectro en general y solucionar los problemas debidos a las interferencias. Además, debe señalarse claramente que la comprobación técnica del espectro no tiene nada que ver con la vigilancia radioeléctrica. En la comprobación técnica del espectro el contenido de una emisión puede utilizarse para identificar una estación radioeléctrica o para determinar la calidad de servicio. Sin embargo, el mensaje en sí mismo no tiene interés alguno.

El documento determina que debido al rápido avance en tecnología radioeléctrica y su papel desempeñado en la vida de una nación, las leyes reguladoras del espectro han cobrado una importancia tan grande como otras que rigen la tierra y el agua, y, por consiguiente la utilización de las radiocomunicaciones y su reglamentación han de formar parte del ordenamiento legal de cada país (Radiocomunicaciones, 2011). También determina cada país, teniendo en cuenta el Reglamento de Radiocomunicaciones⁷, crea su propia legislación, normas y reglamentos pertinentes para ajustar si infraestructura de radiocomunicaciones y objetivos nacionales.

La finalidad del monitoreo del espectro es identificar transmisiones que no se ajustan a los requisitos, sea porque es una transmisión no autorizada o algún incumplimiento técnico de la transmisión respecto a las normas nacionales, resaltando que: el público tiene derecho a un nivel aceptable de los servicios de radiodifusión, radio móvil y radiobúsqueda (Radiocomunicaciones, 2011).

En cuanto a telecomunicaciones móviles la ITU dispone de sus recomendaciones IMT⁸ con las que pretende poner a disposición de los usuarios que se desplazan o cuya ubicación puede cambiar, y con independencia de su ubicación, una amplia gama de servicios de telecomunicaciones que permita la comunicación entre diferentes usuarios pertenecientes a redes de telecomunicaciones independientes (ITU-R, 2000), sin embargo, la recomendación IMT-2000 no es suficiente para las velocidades y servicios que ofrece 4G.

⁷ El Reglamento de Radiocomunicaciones (ITU-R, 2012c, 2012d, 2012f, 2012h), contiene los reglamentos, resoluciones y recomendaciones aprobados por la Conferencia mundial de Radiocomunicaciones (Ginebra, 1995, 1997, 2003, 2007, 2012. Estambul, 2000)

⁸ International Mobile Telecommunications

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Por lo que en 2012 se establece IMT-Advanced (ITU-R, 2014) , basada en LTE Release 10 con el fin de asegurar compatibilidad a nivel mundial, roaming internacional, y acceso a servicios de alta velocidad.

3GPP

La 3GPP es una unión de siete desarrolladores de estándares en telecomunicaciones (ARIB, ATIS, CCSA, ETSI, TSDSI, TTA, TTC), conocidos como “Partners Organizacionales” y proporciona a sus miembros un ambiente estable para producir los reportes y especificaciones que definen las tecnologías 3GPP (3GPP, 2015d).

Como ya se ha mencionado previamente en el capítulo anterior, 3GPP es responsable del desarrollo de las tecnologías, protocolos y estándares encargados del funcionamiento de la telefonía móvil a través de sus generaciones. Dentro de los trabajos más recientes referentes a 4G se destaca LTE for Public Safety (3GPP, 2014b) dedicado a recopilar, entre elementos terminados y en proceso, los ítems de trabajo 3GPP para mejorar el soporte de LTE sobre comunicaciones de Seguridad Pública, de modo que policía, bomberos, paramédicos, ambulancias y otros servicios puedan usar LTE en lugar de las redes de banda angosta ya dedicadas a Seguridad Pública.

Por otra parte, las características más actualizadas para 4G se encuentran en Release 13. En el documento Overview of 3GPP Release 13 (3GPP, 2014d) se encuentra contenida una descripción de alto nivel de las características de Release 13 (3GPP, 2015a), desde sus especificaciones hasta trabajos, y recomendaciones(incluyendo plan de trabajo (3GPP, 2014f)) necesarios para LTE en su más reciente actualización. 3GPP ofrece además para Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA) la serie 36 de especificaciones técnicas (3GPP, 2015a), contenida también en el conjunto de series 21 a 37 que serán listadas más adelante durante el desarrollo de este estudio en el conjunto de recomendaciones para una nueva regulación de 4G. Ver Tabla 4.

Especificaciones	Especificaciones retiradas
TR 36.800 a TR 36833; excepto TR 36.802	TR 36.801; TR 36.803; TR 36.804; TR 36.818; TR 36.827; TR 36.829; TR 36.830; TR 36.833
TR 36.833-1-03; TR 36.833-1-7; TR 36.833-1-23; TR 36.833-1-27; TR 36.833-1-39; TR 36.833-1-41; TR 36.833-1-42	

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

TR 36.833-2-02; TR 36.833-2-03; TR 36.833-2-04; TR 36.833-2-07; TR 36.833-2-23; TR 36.833-2-25; TR 36.833-2-42	
TR 36.833-4; TR 36.833-4-04	
TR 36.833-5-40; TR 36.833-5-40; TR 36.833-5-41; TR 36.833-5-42	
TR 36.833-6-41	
TR 36.833-6-41	
TR 36.834 a TR 36.851	TR 36.834; TR 36.835; TR 36.838; TR 36.841; TR 36.845
TR 36.852-11 a TR 36.852-13	
TR 36.853; TR 36.853-1; TR 36.853-12; TR 36.853-13	TR 36.853; TR 36.853-1
TR 36.855; TR 36.856	
TR 36.860; TR 36.860-12; TR 36.860-13	TR 36.860
TR 36.861 a TR 36.878	TR 36.864; TR 36.865
TR 36.887 a TR 36.891	TR 36.891
TR 36.897	
TR 36.902; TR 36.903; TR 36.904	
TR 36.912; TR 36.913	
TR 36.921; TR 36.922; TR 36.927; TR 36.931; TR 36.932; TR 36.938; TR 36.942; TR 36.956; TR 36.978	TR 36.956
TS 36.101; TS 36.104; TS 36.106	
TS 36.111 a TS 36.117; excepto TS 36.114; TS 36.115	
TS 36.124; TS 36.133; TS 36.141; TS 36.143; TS 36.171	
TS 36.201	
TS 36.211 a TS 36.216; except TS 36.215	
TS 36.300 a TS 36.307; excepto TS 36.301	
TS 36.314; TS 36.321 a TS 36.323; TS 36.331; TS 36.355	

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

TS 36.401	
TS 36.410 a TS 36.425; excepto TS 36.415; TS 36.417; TS 36.418; TS 36.419	
TS 36.440 a TS 36.446	TS 36.446
TS 36.455 a TS 36.459	
TS 36.508; TS 36.509	
TS 36.521-1; TS 36.521-2; TS 36.521-3	
TS 36.523-1; TS 36.523-2; TS 36.523-3	
TS 36.571-1 a TS 36.571-5	TS 36.571-1 a TS 36.571-5
TS 36.854-13	

Especificaciones establecidas y retiradas por 3GPP (3GPP, 2015a)

Tabla 4

La tabla anterior presenta las disposiciones para Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA). 3GPP cuenta especificaciones adicionales para 4G LTE, que pueden ser consultadas en la sección de Especificaciones dentro de su portal web (3GPP, 2014e).

IEEE

Es la asociación profesional más grande del mundo dedicada al avance en la innovación tecnológica para el beneficio de la humanidad, y es mejor conocida por sus procesos de estandarización a nivel de tecnologías a nivel mundial (IEEE, 2015). Dentro de éstos estándares existen aquellos dedicados a las comunicaciones inalámbricas, y entre ellos los estándares para banda ancha inalámbrica específicamente.

El estándar 802.16 (IEEE Computer Society, 2012) especifica la interfaz de aire, de las sistemas de redes fijas y móviles punto-multipunto de acceso de banda ancha inalámbrico (BWA) proporcionando múltiples servicios. A su vez el estándar 802.16.1 (IEEE, 2012) es el que especifica la interfaz WirelessMAN-Advanced, de un sistema de acceso de banda ancha inalámbrica soportando múltiples servicios. Este estándar soporta los requerimientos de la ITU para IMT-Advanced, lo que lo convierte en un fuerte elemento a la hora de trabajar con redes móviles 4G. Adicional a sus especificaciones, cuenta con las actualizaciones 802.16.1a (IEEE, 2013a) y 802.16n (IEEE, 2013b).

El propósito del estándar 802.20 (IEEE Computer Society, 2010) es detallar las definiciones, método de medida y características mínimas de desempeño para terminales de acceso de banda ancha inalámbrica (MBWA) y estaciones base (BS).

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Específicamente IEEE no habla de estándares para 4G, sin embargo fortalece de gran manera el tener en cuenta la aplicación de algunos estándares como los mencionados anteriormente con el fin de establecer un marco regulatorio dentro de un país en vía de desarrollo y que se encuentre en proceso de implementar la tecnología 4G en sus telecomunicaciones.

En la siguiente tabla se hace una selección de regulaciones a nivel de las Américas y recomendaciones internacionales, donde se mencionan en la primera columna los estándares y normas internacionales sobre los que se basan las regulaciones en telecomunicaciones de Colombia, Argentina, México y EE.UU concernientes a 4G; en la segunda columna son listadas las bandas de frecuencias IMT asignadas para cada uno de los países mencionados y por último en la tercera columna son mencionadas las normas, recomendaciones y especificaciones dadas por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU), 3rd Generation Partnership Project (3GPP) y el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE) que son aplicables a la tecnología 4G

País	Recomendación/estándar sobre el que se apoya la regulación para comunicaciones móviles avanzadas (4G)	Bandas IMT asignadas	Recomendaciones por entidades internacionales para comunicaciones móviles avanzadas (4G)
Colombia	<ul style="list-style-type: none"> – Recomendación UIT-R M.2030 (ITU-R, 2003a); Recomendación UIT-R M.2045 (ITU-R, 2004); Recomendación ITU G 703 (UIT-T, 2001); Recomendaciones ITU-R e ITU-T sin especificar, IEEE 802.3 (Association, 2015); IEEE 802.1d (Society, 2004); IEEE 802.1q 	<ul style="list-style-type: none"> – 1710 a 1755 MHz y 2.110 a 2.155 MHz – 2525 a 2570 MHz y 2.645 a 2690 MHz; y 2575 a 2615 MHz – 1865 a 1867,5 MHz y 1945 a 1947,5 MHz (Ministerio de Tecnologías de la Información y las 	<ul style="list-style-type: none"> – ITU: Reglamento de Radiocomunicaciones edición 2012 (ITU-R, 2012c, 2012d, 2012f, 2012h); ITU-R M.2012-1 (ITU-R, 2014); Recomendación ITU-R M.1036-4 (ITU-R, 2012a); Manual COMPROBACIÓN TÉCNICA DEL ESPECTRO

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

	(Association, 2014) (Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, 2013b) – Bandas IMT definidas por la ITU-R(CRC, 2013a) – PLAN DE ACCIÓN AGENCIA NACIONAL DEL ESPECTRO 2015 (Espectro, 2015)	Comunicaciones, 2013b)	(Radiocomunicaciones, 2011); REGLAMENTO DE LAS TELECOMUNICACIONES INTERNACIONALES (UIT, 2013); Detailed specifications of the terrestrial radio interfaces of International Mobile Telecommunications-Advanced (IMT-Advanced) (ITU-R, 2014) – 3GPP: Especificaciones para LTE y LTE-Advanced, algunas se encuentran retiradas (3GPP, 2015a); Overview of 3GPP Release 13 V0.0.6 (3GPP, 2014d); LTE para Seguridad Pública (3GPP, 2014b)
Argentina	– Recomendación UIT-T E.800 (UIT-T, 2008), Reglamento de las Telecomunicaciones Internacionales (UIT, 2013) (CNC, 2013) – Public Protection and Disaster Relief (Jamieson, 2003) (CNC, 2014c)	– 1710-1770 MHz y 2110-2170 MHz(AWS) (CNC, 2014c)	
México	– EL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO EN MÉXICO. ESTUDIO Y	– 700 MHz, 1.7GHz/2.1GHz(AWS) (Rojas, 2013)	

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

	<p>ACCIONES (IFT, 2012): Recomendación ITU-R M.2243 (ITU-R, 2011), Recomendación ITU-R M.2078 (ITU-R, 2006), Recomendación UIT-R SM.1047-1 (ITU-R, 2001), Recomendación UIT R M.1645 (ITU-R, 2003b), Recomendación SM.1392 (ITU-R, 1999), Recomendación ITU-R SM.16014 (ITU-R, 2003c), Reglamento de Radiocomunicaciones edición 2008.</p> <p>– Recomendaciones y metodologías aplicables (no especificadas) hechas por la UIT (TRANSPORTES, 2014)</p>	<p>– 1900 MHz (4G Americas, 2015b)</p>	<p>– IEEE: Estándares IEEE 802.16 (IEEE Computer Society, 2012); IEEE 802.16.1 (IEEE, 2012); 802.16.1^a (IEEE, 2013a); IEEE 802.16n (IEEE, 2013b); IEEE 802.20.3 (IEEE Computer Society, 2010)</p>
EE.UU	<p>– La regulación disponible no especifica artículos normativos para 4G (Federal Communications</p>	<p>– 1695 MHz, 1755-1780MHz/2155-2180 MHz, 1900 MHz (Pearson, 2013)</p>	

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

	Commission, 2015) – Asignación de espectro soportada bajo el Reglamento de Radiocomunicaciones edición 2008 (FCC, 2010) – Plan nacional de Banda Ancha (Federal Communications Commission, 2011): Recomendación ITU-R M.2078 (ITU-R, 2006), Recomendación 3GPP TS 36.101 (3GPP, 2009b), Recomendación 3GPP TS 36.104 (3GPP, 2009a)	– 700 MHz (4G Americas, 2015a)	
--	---	--------------------------------	--

Regulaciones y recomendaciones internacionales relacionadas con 4G

Tabla 5

Aunque 4G LTE tiene poco tiempo de haber llegado al mercado, se ha convertido en la tecnología de banda ancha inalámbrica de mayor crecimiento en aquel país que decide adoptarla como principal medio para sus comunicaciones móviles. Solamente en Estados Unidos el gobierno ha logrado dar una cobertura del 98% sobre su territorio (D’Orazio, 2015), dando muestra del gran poder de expansión que tiene 4G.

Como ya se ha mencionado en capítulos anteriores esta expansión obliga a los gobiernos de las diferentes naciones a establecer normas que regulen el crecimiento, calidad de servicio y monitoreo del desempeño de las redes 4G. Argentina, México y EE.UU, países consultados durante el desarrollo de éste trabajo no evidenciaron una regulación detallada para la prestación del servicio de banda ancha inalámbrica móvil usando tecnología LTE, sin embargo, se puede observar que ya se encuentran en proceso de establecer normas y

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

planes para garantizar calidad de servicio y disponibilidad de espectro radioeléctrico en los años por venir.

Marco regulatorio para comunicaciones móviles en Colombia

La regulación de telecomunicaciones en el país se puede comenzar a estudiar desde 2007 con los Indicadores de calidad en servicios de Telecomunicaciones (C. R. de Comunicaciones, 2007), y la Resolución 1740 de 2007 (Telecomunicaciones, 2007) documentos en los cuales se hace referencia a las disposiciones del gobierno Colombiano con el fin de garantizar la calidad del servicio en Telecomunicaciones a través de la CRT⁹ de la siguiente manera:

“La CRT ha considerado necesario analizar las condiciones de calidad de los diferentes servicios de telecomunicaciones ofrecidas a los usuarios de una manera integral, técnica y de percepción, que permita acoplar de una mejor manera las expectativas del cliente con las condiciones técnicas realmente ofrecidas, y lograr así que los usuarios obtengan un óptimo nivel de satisfacción, que permita a su vez a los operadores de telecomunicaciones colombianos lograr un mayor nivel de fidelización de los mismos” (C. R. de Comunicaciones, 2007)

De acuerdo a esto el Decreto 1130 de 1999 en su artículo 37, numerales 3 y 4, ordenan a la CRT expedir toda regulación general o particular que establezca parámetros de calidad de los servicios e igualmente fijar indicadores y metas de calidad y eficiencia de los servicios, e imponer índices de calidad, cobertura y eficiencia a uno o varios operadores (C. R. de Comunicaciones, 2007). También se puede encontrar que los operadores están obligados a reportar trimestralmente los indicadores que presentarán durante el transcurso del siguiente mes calendario a su finalización, y según el servicio que se reporte se definen los indicadores que se deben medir (Telecomunicaciones, 2007).

Aunque la información de este documento solamente regula las tecnologías de la época, sirve como base para la normatividad que se encargará de regular los servicios de Telecomunicaciones en los años siguientes, incluyendo la calidad de servicio en 4G.

En el año 2011 cuando se comenzaron los estudios para la subasta de 4G en Colombia se establecieron las condiciones para ésta; en las cuales se busca cumplir objetivos como promover la competencia, favorecer al usuario con más cobertura, mejorar la calidad de servicio, promover el desarrollo de Internet, y realizar un proceso transparente y

⁹Comisión reguladora de Telecomunicaciones. Ahora Comisión Reguladora de Comunicaciones.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

participativo. Además de lo anterior también se habla sobre la asignación del espectro para 4G para los operadores (Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, 2013a). Dentro de las condiciones se ofrecen alternativas para la asignación de espectro con el fin de mejorar la calidad del servicio, incluso se plantea que a mayor espectro mayor es la calidad del servicio (Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, 2013)

Para diciembre de 2011 la CRC expide la Resolución 3503, donde se modifican las resoluciones CRC 3067 y 3496, definiendo nuevas disposiciones de calidad para el servicio de acceso a Internet móvil entre las que se encuentran:

- Definición de una metodología de medición y reportes, así como fijación de metas de calidad para Internet móvil.
- Inclusión de nuevos parámetros para la verificación de la calidad en los servicios de datos a través de redes móviles.

También se hace referencia a que el ministerio de TIC posee la facultad de realizar actividades de monitoreo permanente a las redes, como por ejemplo a través de verificaciones de campo (C. de R. de Comunicaciones, 2012).

Clase	Velocidad	Error	Retardo	Variación en el Retardo
Conversacional	La necesaria según aplicación (VoIP, video conferencia, etc...)	Secundario	Parámetro crítico	Parámetro crítico
Streaming	La necesaria según aplicación (video streaming en calidad STD, HD, etc...)	Secundario	Secundario	Parámetro crítico
Interactiva	Parámetro crítico en función del uso recurrente de carga y descarga de archivos	Parámetro crítico, en especial para asegurar la transferencia de archivos	Secundario	Secundario dentro de cierto margen
Background	Secundario	Parámetro crítico, en especial para transferencia de archivos	Secundario	Secundario

Indicadores de calidad para 3G (C. de R. de Comunicaciones, 2012)

Tabla 6

Se plantea también, según la ITU cuatro puntos de vista acerca de la calidad del servicio, orientados a cuantificar la problemática asociada a la calidad. De la siguiente manera

- *Necesidades de calidad de servicio del usuario/cliente: Declaración, en lenguaje corriente, del nivel de calidad requerido por las aplicaciones del cliente/usuario de un servicio.*
- *Calidad de servicio ofrecida/planificada por el proveedor: Declaración del nivel de calidad que se espera que el proveedor de servicio ofrezca al cliente.*
- *Calidad de servicio conseguida/entregada por el proveedor: Declaración del nivel de calidad real conseguido y entregado al cliente.*

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

- *Calidad de servicio percibida por el usuario/cliente: Declaración del nivel de calidad que el cliente cree haber experimentado (C. de R. de Comunicaciones, 2014)*

Dentro de los indicadores para medir la calidad del servicio se puede encontrar:

- Ping (tiempo de ida y vuelta)
- Tasa de datos media FTP¹⁰
- Tasa de datos media HTTP¹¹
- FTP sin accesibilidad del servicio
- Porcentaje de fallas de activación de contextos PDP¹²
- Porcentaje de contextos PDP caídos

En cuanto al monitoreo de redes 2G y 3G se observa definido de la siguiente manera:

“... se observa pertinente hacer seguimiento desde la regulación a parámetros que permitan observar el comportamiento de la red en dichos aspectos. En particular, se plantea disponer de información de los parámetros denominados ‘Radio Link Time Out’ (RLT) para tecnología 2G, y ‘Radio Link Failure’ (RLF) para tecnología 3G, ya que de éstos depende que una llamada Out establecida sea mantenida en óptimas condiciones de calidad o por el contrario al degradarse dichas condiciones permita que la llamada se desconecte automáticamente.

De acuerdo con lo anterior, esta Comisión realizará un monitoreo de los parámetros configurados en los citados contadores, tanto para tecnología 2G (RLT) como para 3G (RLF), a nivel de sector de estación base, para de esta forma poder identificar de manera precisa la necesidad hacia futuro de determinar valores diferenciales a los contadores dependiendo de las condiciones de ubicación de dichas estaciones.”(C. de R. de Comunicaciones, 2014)

El acceso remoto también es una de las propuestas regulatorias hechas en el documento (C. de R. de Comunicaciones, 2014), donde a medida que los profesionales que se encuentran a cargo de la operación y gestión de las redes tienen la posibilidad de acceder de manera remota a la configuración de parámetros y el monitoreo de su comportamiento. En ese contexto, para la autoridad de vigilancia y control se hace necesario contar con un acceso remoto los gestores de desempeño de la red, de modo que sea posible acceder (en modo de consulta) a información relevante del desempeño de las redes y particularmente a aquellas que soporta el cálculo de los indicadores de calidad. Para hacer esto el proveedor deberá proveer al Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones acceso remoto a sus gestores de desempeño a través de VPN o conexión remota, entre otros, con

¹⁰ File Transfer Protocol

¹¹ Hypertext Transfer Protocol

¹² Packet Data Protocol

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

un perfil de usuario que permita la visualización y la descarga de reportes, alarmas e información fuente de los diferentes contadores de red que dan origen al cálculo de los indicadores de calidad.

De la regulación para 4G

En cuanto a la regulación para 4G en Colombia se ha podido encontrar que para su asignación de bandas IMT a los operadores móviles y su respectiva subasta, fueron las resoluciones 4112 y 449 de 2013 con las que se fijan las disposiciones finales para subasta y entrada en funcionamiento.

La resolución 4112 establece las condiciones generales para la provisión de la instalación de Roaming Automático Nacional¹³; donde se mencionan elementos como la obligación de proveer Roaming Automático Nacional, obligaciones del proveedor, remuneración y reportes periódicos según las disposiciones del Ministerio de TIC y recomendaciones de la ITU. La resolución 449 de 2013 define la asignación de espectro radioeléctrico para las bandas a utilizar con la tecnología 4G. Se establecen las condiciones, de acuerdo a la normatividad del Ministerio de TIC y algunas recomendaciones de la ITU, para la subasta con los operadores, y la regulación para las Fuerzas Armadas de Colombia en cuanto a la utilización de su espectro asignado y las disposiciones sobre los equipos que usará y los indicadores de parámetros que serán monitoreados (Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, 2013b).

En el sitio web¹⁴ de la CRC se pueden encontrar los informes de calidad de servicio sobre la telefonía móvil, en los cuales se encuentran parámetros como porcentaje de llamadas caídas, porcentaje de llamadas caídas desagregado, porcentaje intentos de llamada no exitosas 2G, porcentaje intentos de llamada no exitosas 3G, tasa de llamadas nacional e internacional, y tiempo medio en reparación de daño (C. R. de Comunicaciones, 2014).

A pesar de existir regulación para garantizar la calidad del servicio en las redes móviles, y en ella se habla del monitoreo de algunos de sus servicios dentro del plan Vive Digital, en realidad se observa que en su mayoría éstas regulaciones se enfocan en las tecnologías 2G y 3G, y la calidad de servicio de los servicios de voz; por lo que a partir del crecimiento en las redes 4G en Colombia se hace necesario realizar un estudio desde el punto de vista regulatorio, debido a que se desconoce en detalle la normatividad sobre el monitoreo del

¹³ Instalación esencial asociada a las redes de Telecomunicaciones con acceso móvil que permite, sin intervención directa de los usuarios, proveer servicios a éstos, cuando se encuentran fuera de la cobertura de uno o más servicios de su red de origen (CRC, 2013a)

¹⁴<https://www.crcm.gov.co>

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

desempeño que ofrece esta tecnología. Ver Apéndice A para revisar la respuesta por parte de la CRC respecto a la consulta sobre la regulación para 4G.

Disposiciones del Ministerio, ANE y los operadores que prestan el servicio de 4G

MINTIC y ANE

El Ministerio de las TIC respondió a la consulta realizada listando las leyes, decretos, resoluciones y artículos constitucionales que se han tenido en cuenta para que ayuden a tener prestación del servicio 4G en Colombia, ver Apéndice B. Entre los contenidos de estas normas se pueden encontrar principalmente definiciones sobre el espectro radioeléctrico, protección al usuario, planes tarifarios y la creación de la ANE; sin proporcionar muchos detalles técnicos.

La resolución que más resalta entre las listadas por sus detalles técnicos y mención de recomendaciones internacionales, es la Resolución 3101 de 2011 (CRC, 2011b); la cual en sus Artículos 19, 20, 22 y 23 determina las recomendaciones:

- Enrutamiento alternativo y desborde: ITU-T E.170, ITU-T E.521 e ITU-T E.522. Para redes de conmutación de paquetes aplica ITU-T Y.2201 (ITU-T, 1988a, 1988b, 1992, 2007c).
- Protocolos de señalización: protocolo SS7, teniendo en cuenta la recomendación ITU-T Q.704 (ITU-T, 1993c).
- Transmisión: Calidad de servicio, recomendaciones ITU-T G.1000 y ITU-T G.1010 (Unión Internacional De Telecomunicaciones T, 2001; Unión Internacional de Telecomunicaciones -T, 2001a); Parámetros de transmisión, recomendaciones ITU-T Q.551 a Q.552, ITU-T G.712, ITU-T G.168, ITU-T G.113, ITU-T G.820, ITU-T P.310, ITU-T P.311 e ITU-T P.341 (ITU, 2011a, 2012; ITU-T, 2001a, 2001b, 2004a, 2007a, 2009b, 2011a); Transmisión en redes IP, recomendaciones ITU-T Y.1540 y ITU-T Y.1541 (ITU-T, 2011b, 2011c); si las redes a interconectar requieren sincronización se permite utilizar ITU-T G.822 con soporte de ITU-T G.811 (ITU-T, 1988c, 1997)
- Códecs: recomendaciones ITU-T G.711, ITU-T Q.3401 e ITU-T G.101 (ITU-T, 1993a, 2003a, 2007b)

Es debido mencionar que las resoluciones listadas para cada asignatario de espectro 4G: Mintic 1177 de 2010, 2623 de 2013, 2624 de 2013, 2625 de 2013, 2626 de 2013, 2627 de 2013 y modificatorias no se encuentran disponibles para su revisión en el portal de consulta del ministerio de las TIC¹⁵ y tampoco fue posible hallarlas a través de los motores de búsqueda conocidos (MINTIC, 2015b).

¹⁵ <http://www.mintic.gov.co/portal/604/w3-propertyvalue-595.html>

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Por su parte, la ANE¹⁶ dentro de su agenda para 2015 incluye su Plan de Acción (Espectro, 2015) cuyo objetivo general es: Promover la disponibilidad del espectro necesario para la masificación de banda ancha inalámbrica, buscando la ampliación de la cobertura y el mejoramiento de los servicios por parte de los proveedores de redes y servicios. Esto se planea alcanzar por medio del diseño y propuesta de políticas, lineamientos y estrategias, logrando un uso eficiente del espectro en el mediano y largo plazo en pro del interés general; todo teniendo en cuenta las recomendaciones de entidades internacionales como la ITU y participando en la Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones de 2015.

En consulta vía correo electrónico con la entidad se obtuvo como respuesta, ver Apéndice C, que también aplica para este caso el documento Dimensión Estratégica I (ANE, 2015b), donde en su primera parte define las actividades a realizar para el análisis técnico y económico del uso de las bandas propuestas e identificadas para el uso de las tecnologías IMT en Colombia. Dichas actividades son

- Estudio técnico y económico de las bandas candidatas a ser identificadas por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) para las IMT en la Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones del 2015 (CMR-15) y que han sido seleccionadas.
- Análisis de escenarios de migración y sugerencias de reserva (Primer trimestre)
- Propuesta de una posición del país en las discusiones para la CMR-15 respecto a bandas deseables, prioritarias y convenientes a ser identificadas como IMT. (Segundo trimestre)
- Socialización de los resultados del estudio (Tercer trimestre)
- Expedición de actos administrativos para la reserva y cambio de atribución de las bandas que sean definidas y lo necesiten (Cuarto trimestre)

A pesar de lo anterior la información recibida por parte de la ANE carece de detalle si se compara con México, que cuenta con un proyecto de gestión llamado El Espectro Radioeléctrico en México Estudio y Acciones (IFT, 2012), con el que realiza un estudio de la situación actual del espectro en el país y aplicar soluciones y prácticas, que juntas aportarán para tener un espectro más eficiente en términos de interferencias y ancho de banda; o con EE.UU y su Plan Nacional de Banda Ancha (Federal Communications Commission, 2011), que ya cuenta con un plan definido para este propósito y enfocado a futuro, ofreciendo para 2020 velocidades de descarga de 100Mbps y subida 50Mbps, con lo que podrán garantizar eficiencia y calidad en sus servicios.

¹⁶ Agencia Nacional del Espectro - <http://www.ane.gov.co/>

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

De los operadores de 4G en Colombia

Durante el desarrollo de este trabajo se consultaron tres de los operadores más importantes que prestan el servicio de 4G en Colombia: Tigo, Claro y Movistar. Los cuales fueron contactados a través de su apartado de Peticiones, Quejas y Reclamos (PQR), que es la modalidad que los proveedores de servicios de telecomunicaciones tienen a disposición para resolver las dudas de los usuarios; solicitándose información referente a los estándares internacionales y regulaciones nacionales en los que se apoyan para prestar el servicio de 4G en el país. A continuación se mencionan las respuestas obtenidas y la información recolectada

Tigo

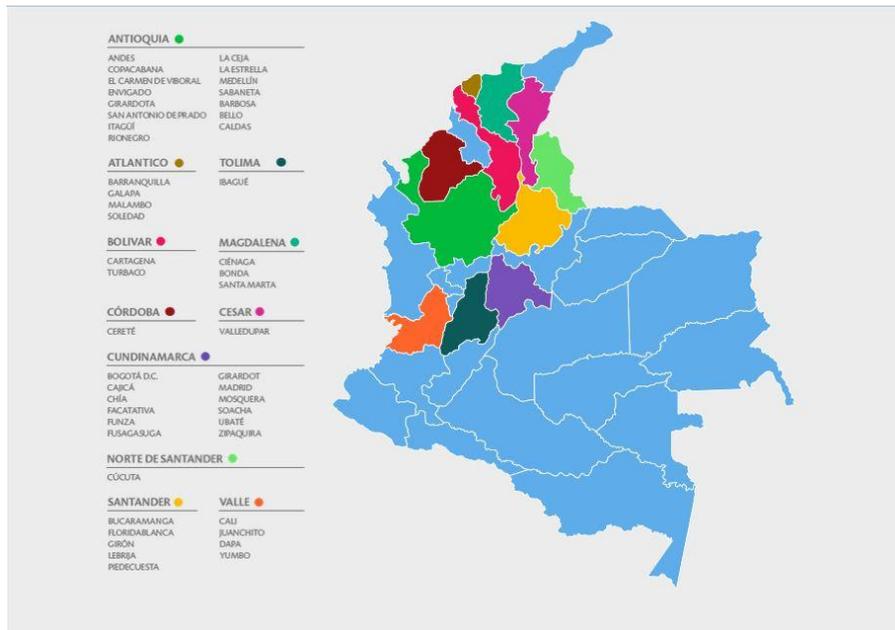
Este operador presta el servicio de 4G sobre la banda AWS (2500/2690 MHz), ofreciendo una velocidad de navegación hasta diez veces superior a las tecnologías anteriores (Tigo, 2015). Al consultar con el apartado de PQR se generó el ticket 4331-15-0000765915 con el que fue atendida la solicitud; respuesta disponible en el Apéndice D, indica que Colombia Móvil Colombia Móvil S.A E.S.P. para prestar los servicios bajo las tecnologías 2G, 3G y 4G se amparan en contratos de concesión, títulos habilitantes convergentes, y permisos de uso del espectro otorgados por el Ministerio de Telecomunicaciones. A su vez la regulación vigente expedida por la CRC en el caso de Datos es la Resolución 4000 de 2012 (CRC, 2012c, 2012d), mencionando recomendaciones como: ETSI EG 057-2 (ETSI, 2009a) para los parámetros a medir en el envío de mensajes de texto cortos (SMS); ETSI EG 057-4 (ETSI, 2005) para la medición de indicadores de calidad; ETSI TS 102 250 partes I, II, IV y V (ETSI, 2009b, 2009c, 2011) para la implementación de la medición de parámetros de calidad para Internet Móvil; 3GPP TS 32.406 y TS 24.008 (3GPP, 2014a, 2015b) para medición de indicadores a partir de los sistemas de gestión, ITU E.500 (ITU-T, 1998a) PRINCIPIOS DE MEDIDA DE LA INTENSIDAD DE TRÁFICO. Dentro de ésta resolución no se evidencia información dedicada de manera específica para 4G.

La información referente a cobertura y tecnologías usadas para 4G se encuentran disponibles en la página web de Tigo (Tigo, 2015). Según los datos disponibles es posible determinar que para 4G, el operador utiliza 4G LTE y 4G HSPA+ no precisando las recomendaciones, especificaciones y normas internacionales de la ITU, IEEE o 3GPP.

Como parte de su información de servicio, Tigo cuenta con la lista de ciudades y municipios con cobertura¹⁷ de 4G y un mapa para identificar estas zonas:

¹⁷El porcentaje de población con cobertura en Colombia, según el Sistema de Seguimiento a Metas de Gobierno (SISMEG) en el último trimestre de 2014 llegó al 55.69% (Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, 2014)

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22



Cobertura de Tigo para el servicio de 4G en Colombia(Tigo, 2015)

Fig. 9

El sitio provee al usuario con información básica sobre la operación del servicio, equipos disponibles a la venta que son compatibles con la tecnología ofrecida, preguntas frecuentes, y las condiciones y restricciones de la prestación de este; no cuenta con información específica que permita conocer regulaciones o estándares con los que prestan el servicio.

Movistar

Movistar es una marca de Telefónica Móviles; al igual que Tigo, este proveedor de servicios móviles opera en la banda AWS (1.700/2.100 MHz). Para el proceso de consulta se generó el número de PQR 173924, cuya respuesta simplemente indica que el operador se ajusta a las normas y estándares emitidos por la CRC para la prestación del servicio 4G; y además aclara que no hará énfasis en los estándares utilizados ya que son de naturaleza confidencial. Ver Apéndice F.

Adicional a esto puede observarse en la información de su sitio web (Movistar, 2015), que el estándar utilizado es 4G LTE y define sus áreas de cobertura con el siguiente mapa:



Cobertura de Movistar para el servicio de 4G en Colombia(Movistar, 2015)

Insertar Fig. 10

También se responde a preguntas frecuentes, condiciones y restricciones, y equipos compatibles con la tecnología, con el fin de orientar al usuario en su decisión de adquirir el servicio de 4G.

Movistar dispone además en su sitio web de una sección dedicada a informar sobre algunas regulaciones¹⁸ sobre las que se apoya para la prestación de sus servicios, principalmente enfocada a la protección del usuario y la Oferta Básica de Interconexión (OBI). Sin embargo es importante resaltar

- Resolución 4341 de 2013 (CRC, 2013c) con la que se define que para prestar el servicio de Roaming Automático Telefónica Móviles¹⁹ debe disponer para la interconexión del conjunto de protocolos dentro de la señalización SS7²⁰.
- Resolución 3711 de 2012 (CRC, 2012a) define los mecanismos para garantizar la privacidad de las comunicaciones y la información, estableciendo como

¹⁸ http://www.movistar.co/atencion-cliente/proteccion-al-usuario/regulacion_proteccion

¹⁹ Telefónica Móviles Colombia S.A. - <http://www.telefonica.co/portallInstitucional/>

²⁰ Conjunto de recomendaciones ITU Q.7XX (ITU-T, 1993c)

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

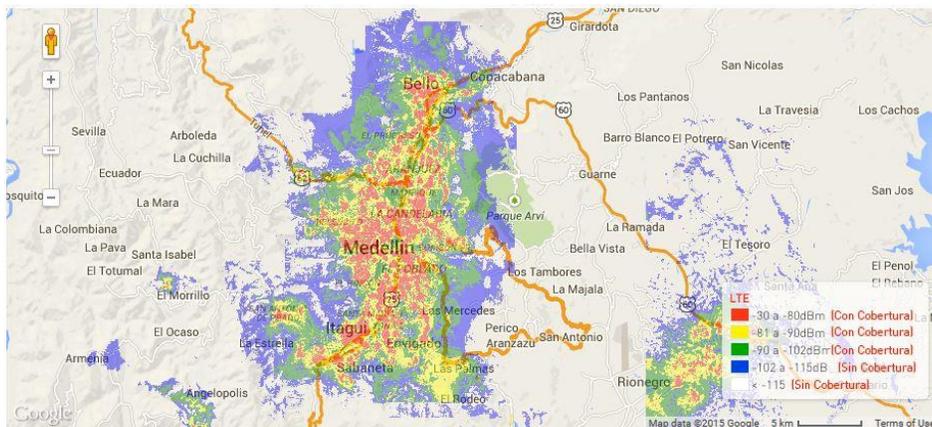
recomendaciones para seguridad, autenticación y control de acceso las ITU-T X.805 y ITU-T Y.2701 (ITU-T, 2003b, 2007c); así como las metas mínimas de cumplimiento que deberán ser ofrecidas por Telefónica Móviles para efectos de proveer la interconexión, por lo cual se enuncian los parámetros de calidad teniendo en cuenta las recomendaciones de la ITU: ITU-T Q.706, ITU-T G.1010, ITU-T E.422, ITU-T E-425 e ITU-T E-426 (ITU-T, 1993c; Unión Internacional de Telecomunicaciones -T, 1992, 1996, 2001a, 2002). Adicional, si la interconexión se realiza entre redes de conmutación de paquetes deberán aplicarse las recomendaciones ITU-T Y.1540 e ITU-T 1541 (ITU-T, 2011b, 2011c, 2013b).

Claro

Operador que se encuentra en la banda 2500/2690 MHz y AWS (1.700/2.100 MHz) para 4G. Se generó la PQR número 12015048814, la cual fue respondida vía correo electrónico indicando que para poder realizar ese tipo de consulta es necesario visitar una de sus oficinas en la ciudad de Bogotá. Ver Apéndice E.

En su sitio web (Claro, 2015) se encuentra información relacionada con preguntas frecuentes, ventajas de la tecnología 4G, equipos móviles compatibles, todos enfocados a la información del usuario final. Principalmente se puede resaltar la información disponible sobre su cobertura con mapas detallados de sus ciudades principales:

Medellín:

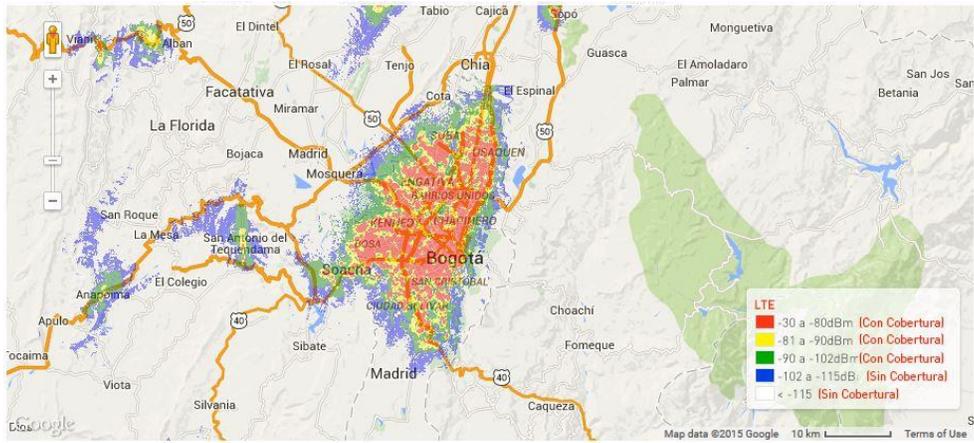


Cobertura de Claro para el servicio de 4G en Colombia (Claro, 2015)

Fig. 11

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

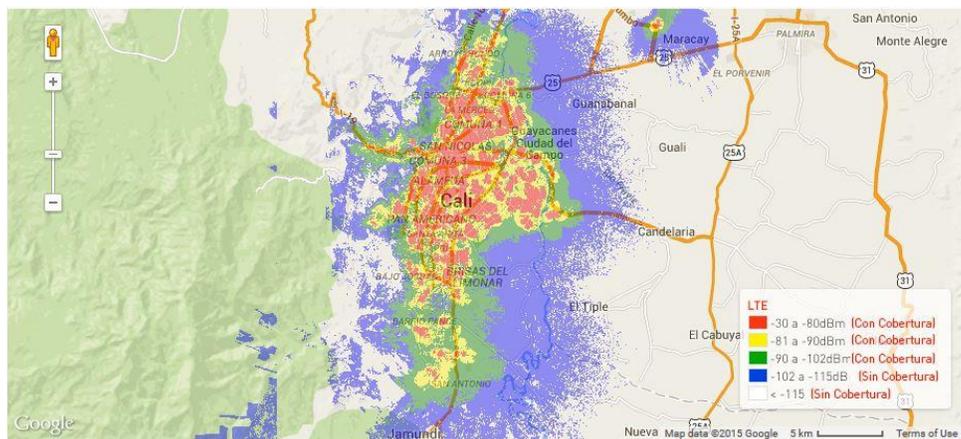
Bogotá:



Cobertura de Claro para el servicio de 4G en Colombia (Claro, 2015)

Fig. 12

Cali:

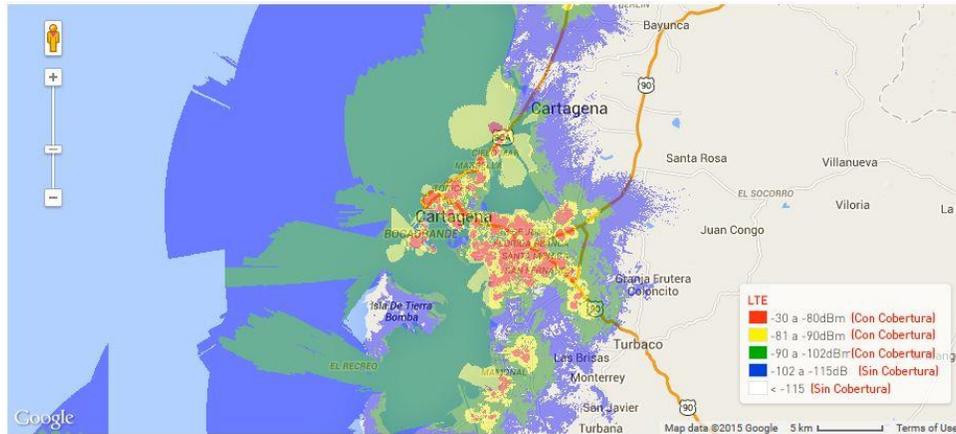


Cobertura de Claro para el servicio de 4G en Colombia (Claro, 2015)

Fig. 13

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

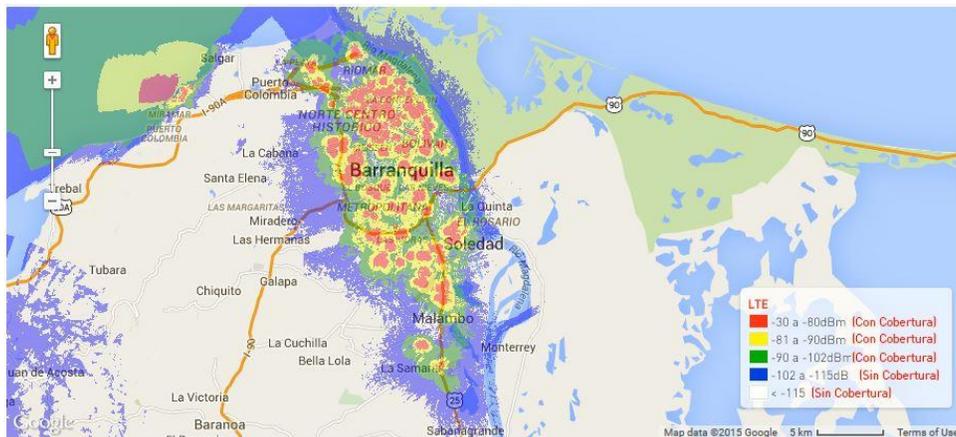
Cartagena:



Cobertura de Claro para el servicio de 4G en Colombia (Claro, 2015)

Fig. 14

Barranquilla:



Cobertura de Claro para el servicio de 4G en Colombia (Claro, 2015)

Fig. 15

Cabe mencionar que el sitio también cuenta con un apartado con regulación disponible²¹, enfocada a la protección de los derechos del usuario establecida por la CRC

- Resolución 3066 de 2011 (CRC, 2011a), establece el régimen integral de protección de los derechos de los usuarios de servicios de comunicaciones. En su Artículo 62 utiliza las recomendaciones ITU-T I.250 e ITU-T G.8081 (ITU-T, 1993b, 2012) para definir el procedimiento para establecer los cargos por servicios suplementarios.

²¹ <http://www.claro.com.co/wps/portal/co/pc/personas/legal-y-regulatorio>

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

- Resolución 3502 de 2011 (CRC, 2011c), establece las condiciones regulatorias relativas a la neutralidad en Internet. Se menciona que dentro del Régimen de Calidad, artículo 2.3, los proveedores de Internet deben implementar modelos de seguridad acordes con las características propias de su red, todos de acuerdo a lo descrito en las recomendaciones ITU-T X.1121 e ITU-T X.1122 (ITU-T, 2004b, 2004c). En su Artículo 6 determina que los proveedores de redes y servicios de telecomunicaciones deberán utilizar los recursos técnicos y logísticos para garantizar y preservar la seguridad de la red, de acuerdo a lo definido en las recomendaciones ITU-T serie X.800 (ITU-T, 1991) y nuevamente ITU-T X.1121 e ITU-T X.1122. En su Artículo 7 se determina la priorización del tráfico y determina que los proveedores únicamente deben usar prácticas de gestión que cumplan con la recomendación ITU-T serie X.700 (ITU-T, 1993c).
- Resolución 3717 de 2012 (CRC, 2012b), define y aprueba el contenido de la Oferta Básica de Interconexión (OBI) de Comunicación Celular Comcel S.A. y se fija sus condiciones de acceso e interconexión. Los mecanismos para garantizar la privacidad de las comunicaciones y la información son determinados para que sean conformes a las recomendaciones ITU-T X.805 e ITU-T Y.2701 (ITU-T, 2003b, 2007c). La sección de Indicadores de Calidad indica las recomendaciones internacionales ITU-T Q.706 (ITU-T, 1993c), ITU-T G.1010 (Unión Internacional de Telecomunicaciones -T, 2001a), ITU-T E.422, ITU-T E.425 e ITU-T Q.850 (Unión Internacional de Telecomunicaciones -T, 1996, 1998, 2000, 2001a, 2001b, 2002).
- Resolución 4338 de 2013 (CRC, 2013b), aprueba el contenido de OBI en lo relacionado con la instalación esencial de Roaming Automático Nacional y se fijan las condiciones de dicha oferta. Determina que los proveedores de redes y servicios de telecomunicaciones pueden hacer uso de los protocolos de señalización SS7, SIP e ITU-T H.323 (IETF, 2002; ITU-T, 1993c, 2009a, 2013a).
- Resolución 4553 de 2014 (CRC, 2014), se detalla por parte de la CRC los protocolos que deben ser incluidos en la OBI de COMCEL, especificando: ITU-T X.880, ITU-T X.881 e ITU-T X.882 (ITU-T, 1991), las subcapas de SS7 determinadas por ETSI 300 287 (ETSI, 1993), ETSI TS 129 078(ETSI, 2007) e ITU-T Q.932 (ITU-T, 1998b, 2000). También resalta la importancia de adoptar el protocolo DIAMETER, ya que es parte de la visión estandarizada de GSMA para la operación inter-redes LTE según su documento LTE Roaming Guidelines (GSMA, 2013) y 3GPP TS 29.272 (3GPP, 2015c).

En la tabla presentada a continuación se condensa la información referente a las regulaciones colombianas, estándares y protocolos internacionales sobre los que se apoyan los proveedores de internet móvil 4G en el país. En la primera columna se listan las

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

resoluciones expedidas por la CRC para la prestación del servicio móvil y la protección al usuario; la segunda columna muestra los estándares y recomendaciones internacionales encontradas dentro de las resoluciones de la primera columna, la mayoría enfocada a seguridad y señalización

Proveedor de servicios 4G	Resolución CRC	Recomendaciones por entidades internacionales utilizadas	Cobertura
Claro	– Resolución 3066 de 2011 – Protección al usuario (CRC, 2011a)	– SS7 (ITU-T, 1993c)	– Riohacha
	– Resolución 3502 de 2011 – Protección al usuario y aspectos técnicos para la operación de los servicios de Internet (CRC, 2011c)	– SIP (IETF, 2002)	– Sta. Marta
	– Resolución 3717 de 2012 – Aspectos técnicos para la operación de los servicios de Internet (CRC, 2012b)	– ITU-T I.250 (ITU-T, 1993b)	– Barranquilla
	– Resolución 4338 de 2013 – Aspectos técnicos para la operación de los servicios de	– ITU-T G.8081 (ITU-T, 2012)	– Cartagena
		– ITU-T X.1121 (ITU-T, 2004b)	– Valledupar
		– ITU-T X.1122 (ITU-T, 2004c)	– Sincelejo
		– ITU-T serie X.800 (ITU-T, 1991)	– Montería
		– ITU-T Y.2701 (ITU-T, 2007c)	– Cúcuta
		– ITU-T E.422 (Unión Internacional de Telecomunicaciones -T, 1996)	– Bucaramanga
		– ITU-T E.425 (Unión Internacional de	– Medellín
			– Bogotá
			– Pereira
			– Manizales
			– Cali
			(Claro, 2015)

	<p>Internet en lo relacionado con el suministro de la instalación esencial de Roaming Automático Nacional (CRC, 2013b)</p> <ul style="list-style-type: none"> – Resolución 4553 de 2014 – Especifica los aspectos técnicos y sus aplicaciones para la Resolución 4338 de 2013 (CRC, 2014) 	<p>Telecomunicaciones -T, 2002)</p> <ul style="list-style-type: none"> – ITU-T Q.850 (Unión Internacional de Telecomunicaciones -T, 1998, 2000, 2001b) – ITU-T H.323 (ITU-T, 2009a) – ETSI 300 287 (ETSI, 1993) – ETSI TS 129 078 (ETSI, 2007) – ITU-T Q.932 (ITU-T, 1998b) – DIAMETER (IETF, 2012) – LTE Roaming Guidelines (GSMA, 2013) – 3GPP TS 29.272 (3GPP, 2015c) 	
Tigo	<ul style="list-style-type: none"> – Resolución 4000 de 2012 – Aspectos técnicos para la operación de los servicios de Internet (CRC, 2012c, 2012d) 	<ul style="list-style-type: none"> – ETSI EG 057-2 (ETSI, 2009a) – ETSI EG 057-4 (ETSI, 2005) – ETSI TS 102 250 partes I, II, IV y V 	<ul style="list-style-type: none"> – Antioquia – Bolívar – Cesar – Córdoba – Cundinamarca

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

		(ETSI, 2009b, 2009c, 2011) – 3GPP TS 32.406 (3GPP, 2014a) – 3GPP TS 24.008 (3GPP, 2015b) ITU E.500 (ITU-T, 1998a)	– Magdalena – Norte de Santander – Santander – Tolima – Valle del Cauca (Tigo, 2015)
Movistar	– Resolución 4341 de 2013 - Aspectos técnicos para la operación de los servicios de Internet y en lo relacionado con el suministro de la instalación esencial de Roaming Automático Nacional (CRC, 2013c) – Resolución 3711 de 2012 - Aspectos técnicos para la operación de los servicios de Internet, seguridad e	– SS7 (ITU-T, 1993c) – ITU-T X.805 (ITU-T, 2003b) – ITU-T Y.2701 (ITU-T, 2007c) – ITU-T Q.706 (ITU-T, 1993c) – ITU-T G.1010 (Unión Internacional de Telecomunicaciones -T, 2001a) – ITU-T E.422 (Unión Internacional de Telecomunicaciones -T, 1996) – ITU-T E-425 (Unión	– Magdalena – Atlántico – Archipiélago de San Andrés y Providencia – Guajira – Cesar – Bolívar – Córdoba – Antioquia – Chocó – Sucre – Norte de Santander – Santander

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

	interconexión (CRC, 2012a)	Internacional de Telecomunicaciones -T, 2002) – ITU-T E-426 (Unión Internacional de Telecomunicaciones -T, 1992) – ITU-T Y.1540 (ITU-T, 2011b) – ITU-T 1541 (ITU-T, 2011c, 2013b) – ITU-T E.170 (ITU-T, 1992) – ITU-T E.521 (ITU-T, 1988a) – ITU-T E.522 (ITU-T, 1988b) – ITU-T Q.704 (ITU-T, 1993c) – ITU-T Y.2201 (ITU-T, 2007c) – ITU-T G.1000 (Unión Internacional De Telecomunicaciones T, 2001) – ITU-T G.1010 (Unión Internacional de Telecomunicaciones -T, 2001a)	– Arauca – Caldas – Valle – Cauca – Huila – Caquetá – Meta – Quindío – Cundinamarca – Tolima (Movistar, 2015)
--	-------------------------------	---	---

		<ul style="list-style-type: none"> – ITU-T Q.551 a Q.552, ITU-T G.712, ITU-T G.168, ITU-T G.113, ITU-T G.820, ITU-T P.310, ITU-T P.311, ITU-T P.341 (ITU, 2011a, 2012; ITU-T, 2001a, 2001b, 2004a, 2007a, 2009b, 2011a) – ITU-T Y.1540 (ITU-T, 2011b) – ITU-T Y.1541 (ITU-T, 2011c, 2013b) – ITU-T G.822 (ITU- T, 1988c) – ITU-T G.811 (ITU- T, 1997) – ITU-T G.711, ITU-T Q.3401, ITU-T G.101 (ITU-T, 1993a, 2003a, 2007b) 	
--	--	---	--

Resoluciones que regulan la operación de los proveedores móviles, cobertura y recomendaciones internacionales aplicadas

Tabla 7

En el estudio de las regulaciones y normativas, disponibles en los sitios web de los operadores móviles y las señaladas en las respuestas a las PQR enviadas a éstos, se logra evidenciar que aunque cada resolución aparece identificada con una numeración diferente para identificar a un operador en particular, sus contenidos son similares en cuanto a sus disposiciones para algunas especificaciones técnicas en calidad del servicio, seguridad y a la

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

protección del usuario. Por lo cual es posible determinar que técnicamente tanto Claro, Tigo y Movistar, por disposición de la CRC deben cumplir con los mismos protocolos, recomendaciones y normas internacionales para poder operar sus servicios de Telecomunicaciones.

En cuanto a cobertura Movistar es el proveedor de servicios 4G que más tiene sobre el territorio nacional en términos de presencia en los departamentos, aunque no ofrece muchos detalles al respecto; mientras que Claro es el que mayor detalle presenta de las zonas con cobertura sobre las ciudades principales de Colombia, evidenciando una limitación a las áreas urbanas. Tigo al igual que Movistar no ofrece en gran cantidad de información respecto a su cobertura, mayormente los departamentos donde presta los servicios de 4G sin especificar las ciudades con servicio operativo.

Síntesis de la problemática de no contar con regulación propia para 4G

En Colombia existen diversas regulaciones y normas representadas en resoluciones, decretos y leyes con el fin de garantizar la protección al usuario, cobertura y la calidad del servicio en las telecomunicaciones del país. Específicamente para las comunicaciones móviles se observa énfasis en normativas que buscan asegurar transmisión de datos y voz, mediante la aplicación de recomendaciones de entidades internacionales encargadas de determinar los aspectos técnicos a aplicar.

Las normas para protección al usuario se enfocan en definir y garantizar los derechos de este frente a los servicios que ofrecen los operadores de servicios de comunicaciones móviles; por otro lado, aunque debido al tema principal de este trabajo no se hallan reglas específicas para cobertura, es posible determinar, especialmente en el caso de Claro que la cobertura para 4G en Colombia se encuentra concentrada en las zonas urbanas de sus ciudades principales.

Durante el estudio más detallado de estos aspectos técnicos incluidos dentro de las normas mencionadas, se revela una cantidad significativa de recomendaciones ITU cuentan con fechas de publicación y última actualización que se remontan a más de diez años, lo que evidencia que fueron hechas principalmente para satisfacer las necesidades de la generación móvil de la época y por tanto, podrían no ser las más adecuadas para determinar un marco regulatorio para LTE, tecnología que data de los años más recientes.

De acuerdo al Decreto 1130 de 1999, artículo 37, numerales 3 y 4, se ordena expedir toda regulación general o particular que permita establecer parámetros de calidad de los servicios y además fijar indicadores, metas de calidad y eficiencia de los servicios, e imponer índices de calidad, cobertura y eficiencia a los operadores (C. R. de Comunicaciones, 2007), y la Resolución 3503 de 2011 (C. de R. de Comunicaciones, 2011) determina la inclusión de nuevos parámetros para la verificación de la calidad en los servicios de datos a través de

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

redes móviles. Lo anterior quiere decir que no se estarían cumpliendo estas disposiciones dictadas por la ley colombiana en lo concerniente a 4G, y además las recomendaciones muy desactualizadas con relación al avance tecnológico en comunicaciones móviles (más de diez años de antigüedad), no se ajustan a los nuevos requerimientos.

Lo anterior deja expuesta la problemática de no tener una normatividad propia para LTE, aun incumpliendo reglas determinando que debe existir tal regulación, sino también que las normas existentes se están quedando obsoletas para garantizar los servicios en las tecnologías anteriores a 4G.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la siguiente tabla se muestran las regulaciones y recomendaciones internacionales más relevantes que se ajustan como referencia para una futura normatividad colombiana en la tecnología 4G. En la primera columna se listan las regulaciones y planes de gestión internacional, mientras que en la segunda columna las recomendaciones internacionales realizadas por las entidades reconocidas ITU, IEEE y 3GPP:

Regulación y planes de gestión internacional	Recomendaciones internacionales
Reglamento General del Servicio de Comunicaciones Móviles Avanzadas (SCMA), Resolución N° 37 de 2014 (CNC, 2014c)	<p style="text-align: center;">ITU</p> Reglamento de Radiocomunicaciones edición 2012 (ITU-R, 2012b, 2012c, 2012d, 2012e); ITU-R M.2012-1 (ITU-R, 2014); Recomendación ITU-R M.1036-4 (ITU-R, 2012a); Manual COMPROBACIÓN TÉCNICA DEL ESPECTRO (Radiocomunicaciones, 2011); REGLAMENTO DE LAS TELECOMUNICACIONES INTERNACIONALES (UIT, 2013); Detailed specifications of the terrestrial radio interfaces of International Mobile Telecommunications-Advanced (IMT-Advanced) (ITU-R, 2014)
El Espectro Radioeléctrico en México Estudio y Acciones (IFT, 2012)	<p style="text-align: center;">3GPP</p> Especificaciones para LTE y LTE-Advanced, algunas se encuentran retiradas (3GPP, 2015a); Release 13 (3GPP, 2014d); LTE para Seguridad Pública (3GPP, 2014b)
Plan Nacional de Banda Ancha (Federal Communications Commission, 2011)	

Recomendaciones y regulaciones internacionales de referencia

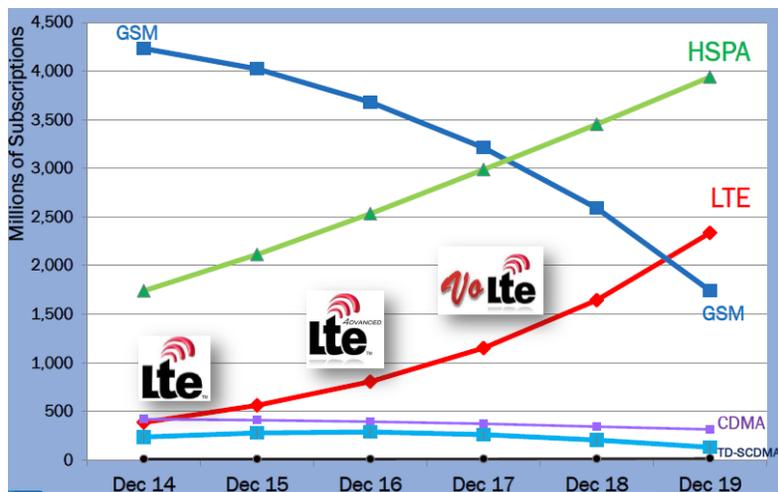
Tabla 8

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

De acuerdo a lo anterior, se puede definir una base que permita establecer un modelo propio para normativas en 4G y que sirva como un futuro referente para su aplicación en otros países de la región.

Colombia específicamente no cuenta con una regulación para que los operadores presten el servicio de 4G de manera eficiente y con calidad de servicio, y de igual manera los países consultados durante la elaboración de este trabajo no revelan alguna normatividad dedicada a ésta tecnología. Sin embargo, es posible tener en cuenta alguna de las disposiciones regulatorias de los países estudiados.

Como se puede observar, las entidades encargadas de establecer las normas en telecomunicaciones de diferentes países ya se encuentran iniciando un proceso de regular y establecer planes de acción y gestión de espectro radioeléctrico para la tecnología 4G. Partiendo de la demanda que, según 4G Americas, se proyecta que para 2019 se llegará a cerca de 2.500 millones de suscriptores a nivel mundial. Ver Figura 16.



Proyección de suscriptores a LTE hasta 2019 (Pearson, 2014)

Fig. 16

Latino América aporta a esta predicción cerca de 89 millones de suscriptores para 2019. Ver Fig. 17.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

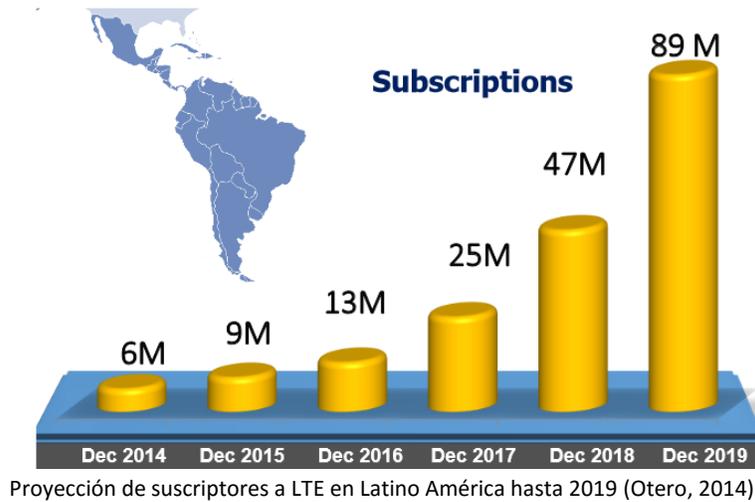


Fig. 17

Se evidencia entonces una necesidad por parte de los gobiernos de los diferentes países de la región y en el resto del mundo con acceso a la tecnología 4G de incluir, dentro de sus legislaciones normas y planes que ayuden a gestionar y monitorear el desempeño de LTE. Determinando de esta manera el camino que asegurará el futuro de las comunicaciones móviles y la banda ancha inalámbrica, con velocidades y calidad de servicio óptimas.

Actualidad de las regulaciones colombianas y los operadores nacionales

De las consultas realizadas a las entidades reguladoras colombianas se obtuvo que para las nuevas tecnologías que llegan de la mano de 4G, no hay una regulación específica; y que usan como base leyes, resoluciones y decretos ya existentes para ejercer algún tipo de control sobre la nueva tecnología en aspectos como protección al usuario, calidad de servicio, subasta y asignación de bandas IMT, y gestión del espectro radioeléctrico.

Esta situación donde no se tiene una normatividad dedicada en el país para los servicios de banda ancha inalámbrica móvil a través de LTE puede no garantizar en su totalidad la calidad del servicio, además de aspectos técnicos que podrían resultar incompatibles debido a su atraso relativo al avance acelerado en el desarrollo de las nuevas tecnologías; tal como se puede observar en las caracterizaciones aquí desarrolladas. Sin embargo, con el estudio de las normas anteriores se hace posible establecer una base que sirve como modelo para diseñar normativas que sean específicas para la tecnología revisada en éste trabajo.

La tabla siguiente identifica las variables de calidad de servicio y aspectos técnicos más significativos encontrados durante el estudio de la regulación aplicada para el servicio de Internet móvil. En la primera columna se listan dichas variables y en la segunda se describen brevemente

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Variable	Descripción
LTE Roaming Guidelines (GSMA, 2013)	Proporciona una visión estandarizada de cómo trabajan las redes LTE y EPC con el fin de proveer capacidades de NGN ²² cuando los usuarios utilizan una red diferente de su red telefónica pública local (HPNM)
3GPP TS 29.272 (3GPP, 2015c)	Describe y define las aplicaciones del protocolo Diameter y las interfaces utilizadas. Si no se encuentra una indicación específica en el documento, también cuenta con una lista de principios a aplicar según el caso.
Resolución 3502 de 2011(CRC, 2011c)	Establece las condiciones regulatorias relativas a la neutralidad en Internet

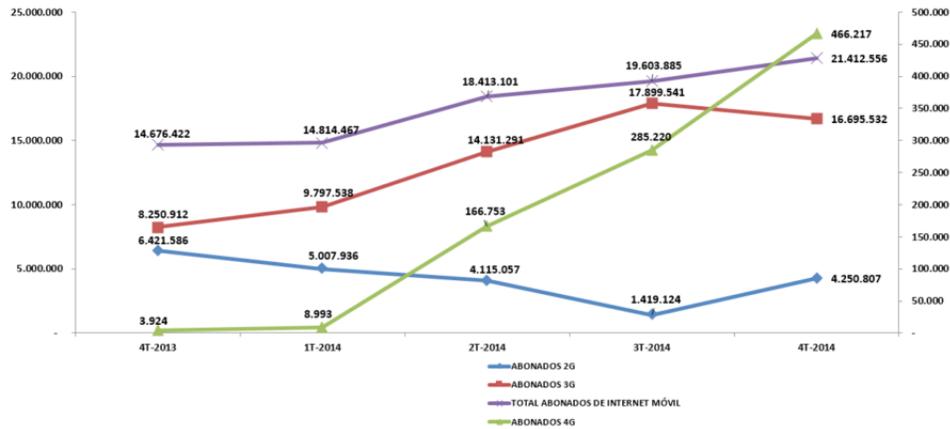
Variables de calidad de servicio y aspectos técnicos aplicables a 4G en Colombia

Tabla 9

Las recomendaciones y especificaciones internacionales más sobresalientes dentro de la información estudiada son LTE Roaming Guidelines (GSMA, 2013) y 3GPP TS 29.272 (3GPP, 2015c), ya que hacen referencia directa a LTE y su operación entre redes utilizando el protocolo Diameter para señalización.

Estas variables han de ser tenidas en cuenta en el desarrollo de regulaciones y normas para que como ya se ha mencionado previamente, ayuden a la gestión, control y monitoreo de las redes 4G en Colombia. Algunos de los estándares y recomendaciones internacionales empleados en las resoluciones actuales que reglamentan las comunicaciones móviles en el país datan de años muy anteriores a la implementación de la tecnología 4G, lo que podría provocar incompatibilidades con los nuevos sistemas, afectando a la creciente cantidad de usuarios que según el Boletín Trimestral de las TIC llegó a 466.217 abonados solamente en el cuarto trimestre de 2014 (MINTIC, 2015a). Figura 18.

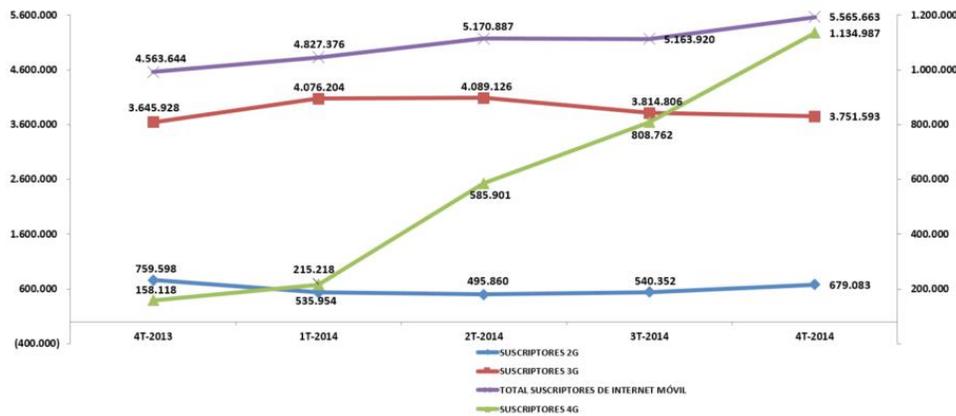
²² Next Generation Networks



Abonados a Internet móvil por generación en 2014 (MINTIC, 2015a)

Fig. 18

Por su parte el comportamiento de suscriptores²³ llegó a 1.134.987 en el cuarto trimestre de 2014. Figura 19.



Suscriptores a Internet móvil por generación en 2014 (MINTIC, 2015a)

Fig. 19

Según la entrevista realizada por Finance Colombia a José Otero, director de 4G Americas para Latino América y el Caribe, Colombia lidera el crecimiento en la adopción de 4G LTE en América Latina; a tal punto que se espera para 2019 que el país tenga más de 12 millones de suscriptores con Teléfonos Inteligentes compatibles con LTE (Moss, 2015). Para mantener tal posición se revela entonces la urgencia de no solamente crecer en número de abonados y suscriptores sino también de establecer políticas de regulación que garanticen la gestión y el monitoreo de la tecnología en mención, con el soporte de recomendaciones

²³ La diferencia entre Suscriptor y Abonado: Por suscripción hace referencia a aquellos usuarios que pagan un cargo fijo mensual por el servicio de acceso a Internet (Suscriptores), y por demanda hace referencia a cualquier tipo de modalidad de servicio de acceso a Internet en la que no se pague un cargo fijo mensual (abonados). (MINTIC, 2015a)

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

internacionales actualizadas y compatibles con la implementación de los servicios de datos requeridos por los usuarios y empresas.

Recomendaciones que servirán como base para un futuro marco regulatorio para el servicio de 4G en Colombia

Como ya se ha descrito con anterioridad durante el desarrollo de este trabajo, Colombia lidera el crecimiento en la adopción de 4G LTE en América Latina (Moss, 2015); no obstante se revela la problemática de la ausencia de una regulación específica para esta tecnología y que su operación se ha estado apoyando en normas ya existentes diseñadas en principio para las generaciones anteriores 2G y 3G, y algunas resoluciones determinando las condiciones de subasta y asignación de espectro radioeléctrico. Por tanto, a continuación se presentan las recomendaciones que servirán para ayudar a tener una mayor eficiencia en la gestión del espectro, y a formular un nuevo grupo de normas para LTE que en el futuro mejore la calidad del servicio

Referencias internacionales a tener en cuenta para una normatividad colombiana en 4G

Con el fin de comenzar a formular nuevas normas para las comunicaciones móviles de cuarta generación es de vital importancia tener como referentes algunas disposiciones regulatorias y de planificación establecidos por otros países de la región, por lo que se recomiendan la Resolución N° 37 de 2014, Argentina. Contiene el reglamento por el cual se definen las condiciones para la operación del servicio de servicios móviles de banda ancha. Dentro de sus disposiciones se definen, entre otros, temas como

- Requisitos mínimos que debe cumplir la tecnología aplicada
- Prestaciones esenciales en su funcionamiento
- Condiciones de servicio
- Situaciones de emergencia o catástrofe
- Cobertura
- Operador Móvil Virtual

(CNC, 2014c)

Y, el Plan Nacional de Banda Ancha, EE.UU. Así como es necesario trabajar en un plan para gestionar el espectro radioeléctrico, éste se debe complementar elaborando un nuevo proyecto de banda ancha que sirva para:

- Diseñar políticas para garantizar una competencia sólida y como resultado, maximizar el bienestar del consumidor, la innovación y la inversión

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

- Garantizar la asignación y administración de las acciones del gobierno, los polos, y los derechos de paso, a fin de estimular las actualizaciones de la red y las entradas competitivas
- Reformar los mecanismos actuales del servicio universal para colaborar con el despliegue de la banda ancha y los servicios de voz en áreas de alto costo; garantizar que los habitantes de bajos recursos puedan pagar banda por ancha y, asimismo, apoyar los esfuerzos para adoptar su adopción e implementación
- Reformar leyes, políticas, normas e incentivos para maximizar los beneficios de la banda ancha en los sectores donde el gobierno ejerce una influencia significativa, como en la educación pública, la asistencia médica y las operaciones gubernamentales

(Federal Communications Commission, 2011)

Recomendaciones para el Espectro radioeléctrico

Ya que el espectro radioeléctrico es un recurso limitado, la ANE en calidad de sus funciones debe realizar más estudios del espectro, de manera más profunda y exhaustiva tomando en cuenta como referencia otros estudios en el entorno internacional como EL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO EN MÉXICO. ESTUDIO Y ACCIONES (IFT, 2012); de tal manera que se puedan identificar problemas de ocupación, eficiencia y administración del espectro.

A su vez, inmediatamente se haya completado el documento Dimensión Estratégica I, II, III y IV (ANE, 2015b) hacer las respectivas asignaciones de bandas IMT para los operadores de 4G de acuerdo a las condiciones establecidas para este proceso, y las reservas necesarias de frecuencias para la ejecución de nuevos proyectos que requieran el uso de las mismas; incluso para las tecnología que están por venir, ya que 4G Americas ya se encuentra realizando recomendaciones para lo que sería 5G (4G Americas, 2014a).

Es importante también implementar técnicas de espectro compartido para aumentar la eficiencia de los sistemas LTE. Spectrum Sharing (4G Americas, 2014b) propone técnicas para aprovechar de manera más eficiente bandas de espectro que no son uniformemente usadas por el titular de la licencia en todas las locaciones. Los ejemplos incluyen espectro que es usado principalmente en enlaces punto a punto, espectro usado intermitentemente para radar o propósitos de radio localización, y espectro que es asignado para propósitos de defensa pero que no es usado todo el tiempo. En situaciones como esta, se pueden utilizar herramientas de espectro compartido para usos específicos. Para que compartir sea exitoso, el ambiente a compartir debe ser bien entendido, comercialmente factible y adecuado para la provisión de los servicios previstos. Este documento también discute los factores clave que deben ser considerados cuando se desarrollan políticas exitosas de espectro compartido.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

De igual manera, la regulación colombiana referente al espectro radioeléctrico debe ser actualizada para que se ajuste a las necesidades de las nuevas tecnologías y al marco de reglas establecidas por la ITU en su Reglamento de Radiocomunicaciones, volúmenes I a IV (ITU-R, 2012b, 2012c, 2012e, 2012g) y las decisiones tomadas luego de la participación de la ANE en la Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones de 2015.

Para complementar, es necesario también establecer técnicas de comprobación del espectro, apoyadas en el Manual de Comprobación Técnica del Espectro (Radiocomunicaciones, 2011) que ofrece los métodos necesarios para ejecutar tal comprobación, buscando la mayor eficiencia posible en la gestión del espectro.

Teniendo en cuenta estas recomendaciones se asegura la máxima efectividad administrando el Espectro Radioeléctrico colombiano, garantizando calidad de servicio y bandas de frecuencia disponibles para LTE y las nuevas tecnologías.

Recomendaciones técnicas para una nueva regulación colombiana en 4G

Algunas recomendaciones incluidas en la regulación actual colombiana podrían ser tenidas en cuenta como referencia para monitorear algunos aspectos técnicos dentro de una futura normatividad para 4G, como las contenidas dentro de la Resolución 3101 de 2011

- Calidad de servicio, recomendaciones ITU-T G.1000 y ITU-T G.1010 (Unión Internacional De Telecomunicaciones T, 2001; Unión Internacional de Telecomunicaciones -T, 2001a)
- Parámetros de transmisión, recomendaciones ITU-T Q.551 a Q.552, ITU-T G.712, ITU-T G.168, ITU-T G.113, ITU-T G.820, ITU-T P.310, ITU-T P.311 e ITU-T P.341 (ITU, 2011a, 2012; ITU-T, 2001a, 2001b, 2004a, 2007a, 2009b, 2011a)
- Transmisión en redes IP, recomendaciones ITU-T Y.1540 y ITU-T Y.1541 (ITU-T, 2011b, 2011c); si las redes a interconectar requieren sincronización se permite utilizar ITU-T G.822 con soporte de ITU-T G.811 (ITU-T, 1988c, 1997)

Sin embargo, deben ser incluidas nuevas Resoluciones y Decretos que contengan las normas que asegurarán la calidad del servicio, la reducción de cuellos de botella, y la compatibilidad con las nuevas tecnologías como LTE en Colombia. Para lo cual se hacen las siguientes recomendaciones de las entidades internacionales ITU, 3GPP e IEEE:

ITU

Adicional a los planes y técnicas mencionadas previamente, con el propósito de conseguir eficiencia, gestión y solución de problemas técnicos del espectro, la Unión Internacional de Telecomunicaciones cuenta con la Recomendación ITU-R M.1036-4 que proporciona una guía en la selección de arreglos de frecuencia de transmisión y recepción para el

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

componente terrestre de sistemas IMT, con la intención de asistir las administraciones sobre problemas técnicos asociados al espectro, relacionados a la implementación y uso del componente terrestre de IMT en las bandas identificadas en el Reglamento de Radiocomunicaciones. Esta recomendación es complementada con otras Recomendaciones ITU-R y Reportes sobre IMT que dan detalles adicionales en el número de aspectos incluyendo características de emisión no deseadas para las bandas incluidas en este documento, y especificaciones para la interfaz radio (ITU-R, 2012a).

La recomendación contiene aspectos aplicables a los diferentes arreglos de frecuencias

- Implicaciones de asimetría de tráfico
- Segmentación de espectro
- Arreglo Duplex y separación
- Duplexor dual
- Disponibilidad de frecuencia

Todos los aspectos anteriores aplican para las frecuencias IMT establecidas (ITU-R, 2012a).

También, para soportar aspectos técnicos propios de LTE se ofrece la Recomendación ITU-R M.2012-1 la cual, identifica las tecnologías de la interface radio terrestre de IMT-Advanced y proporciona las especificaciones detalladas de la interfaz radio. Estas especificaciones detallan las características y parámetros de IMT-Advanced, incluyendo la capacidad de asegurar compatibilidad mundial, roaming internacional, y acceso a servicios de datos de alta velocidad (ITU-R, 2014).

Dentro de este documento se relacionan otras Recomendaciones, Reportes y Resoluciones

- Recomendación ITU-R M.1036: Arreglos de frecuencia para implementación de la componente terrestre de IMT-Advanced en las bandas identificadas para IMT en el Reglamento de Radiocomunicaciones
- Recomendación ITU-R M.1224: Vocabulario de términos para IMT
- Recomendación ITU-R M.1645: Marco y objetivos del futuro desarrollo de IMT-2000 y sistemas más allá de IMT-2000
- Recomendación ITU-R M.1822: Marco para servicios soportados por IMT
- Reporte ITU-R M.2038: Tendencias de tecnología
- Reporte ITU-R M.2072: Pronóstico del mercado mundial de telecomunicaciones móviles
- Reporte ITU-R M.2074: Aspectos de radio para la componente terrestre de IMT-2000 y sistemas más allá de IMT-2000
- Reporte ITU-R M.2078: Requerimientos de ancho de banda en espectro estimado para el futuro desarrollo de IMT-2000 e IMT-Advanced

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

- Reporte ITU-R M.2079: Información técnica y operacional para identificar espectro en la componente terrestre en el futuro desarrollo de IMT-2000 e IMT-Advanced
- Reporte ITU-R M.2133: Requerimientos, criterios de evaluación y plantillas de sumisión para el desarrollo de IMT-Advanced
- Reporte ITU-R M.2134: Requerimientos relacionados al desempeño técnico para IMT-Advanced
- Reporte ITU-R M.2135-1: Guía para la evaluación de las tecnologías de interfaz radio para IMT-Advanced
- Reporte ITU-R M.2198: El resultado de la evaluación, construcción de consenso y decisión del proceso IMT-Advanced (pasos 4-7), incluyendo características de las interfaces radio de IMT-Advanced
- Resolución ITU-R 56-1: Nombramiento de Telecomunicaciones Móviles Internacionales
- Resolución ITU-R 57-1: Principios para el proceso de desarrollo de IMT-Advanced

3GPP

3GPP Release 13

Asimismo la Third Generation Partnership Project describe en detalle las características más recientes para LTE en su documento Overview of 3GPP Release 13, las cuales incluyen, entre otros

- Administración de congestión en plano de usuario
- Mejoras en monitoreo
- Servicio de extremo a extremo de telefonía para extensiones IMS
- Características UTRAN
- Características GERAN
- Estudio de Advanced Wireless Services (AWS) – Banda de extensión para LTE

(3GPP, 2014d)

LTE para seguridad pública

En situaciones de emergencia es cuando más importancia cobra tener disponible un medio para las comunicaciones que permitirán coordinar operativos de rescate y transporte de ayudas a zonas afectadas, por lo que es necesario garantizar los canales y ancho de banda para este propósito. Por tanto, 3GPP también recopila los artículos de trabajo para mejorar LTE con el fin de soportar las comunicaciones de Seguridad Pública, de manera que policía, bomberos, paramédicos, ambulancias y otros servicios puedan usar LTE con el fin de reemplazar las redes de banda angosta ya dedicadas a Seguridad Pública (3GPP, 2014b).

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Series de especificaciones 3GPP para 4G

También, para ayudar a tener claros los aspectos técnicos aplicables a 4G y que deben ser incluidos en la nueva regulación, 3GPP ofrece varias series de especificaciones determinando parámetros tan importantes como Aspectos de servicio, requerimientos, seguridad, y señalización. A continuación se muestran las series que contienen las especificaciones aplicables a LTE

Serie	Tema de la especificación
21.xx	Requerimientos
22.xx	Aspectos de servicio – Etapa 1
23.xx	Apreciación Técnica – Etapa 2
24.xx	Protocolos de señalización – Etapa 3
25.xx	Aspectos Radio
26.xx	Códec
27.xx	Datos
28.xx	Protocolos de señalización – Etapa 3 (RSS-CN)
29.xx	Protocolos de señalización – Etapa 3 intra-fixed-network
30.xx	Programa de administración
31.xx	Módulo de Identidad de Suscriptor (SIM / USIM), IC Cards, Especificaciones de prueba
32.xx	OAM&P y Cobro
33.xx	Aspectos de seguridad
34.xx	Especificaciones de prueba para Equipo de Usuario y (U)SIM
35.xx	Algoritmos de seguridad
36.xx	LTE (Evolved UTRA) y tecnología radio para LTE Advanced

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

37.xx	Aspectos de la tecnología de radio de acceso múltiple
-------	---

Series de especificaciones de 3GPP para LTE (3GPP, 2015e)

Tabla 10

Es importante mencionar que dentro de las series aquí contenidas también se encuentran especificaciones aplicables a la tecnología 3G, las cuales podrían ser tenidas en cuenta para revisar y actualizar aspectos regulatorios sobre ésta tecnología.

IEEE

Por su parte, con el fin de proporcionar compatibilidad entre tecnologías, y buscando la mayor eficiencia posible en sus interfaces IEEE ofrece algunos estándares dedicados a la banda ancha móvil inalámbrica; los cuales de acuerdo a las necesidades regulatorias en Colombia serán de gran utilidad en el momento de establecer un nuevo conjunto de normas dedicado a 4G

El estándar IEEE 802.16 especifica la interfaz de aire, incluyendo el medio de la capa de control de acceso y la capa física, de sistemas combinados de banda ancha fija e inalámbrica móvil punto-multipunto proporcionando múltiples servicios. Posibilita un desarrollo rápido de productos de acceso de banda ancha inalámbrica innovadores, y de costos accesibles, facilita la competencia proporcionando alternativas telefonía de acceso por banda ancha, alienta la asignación consistente de espectro mundial, y acelera la comercialización de sistemas de acceso de banda ancha inalámbrica (IEEE Computer Society, 2012). Con su estándar IEEE 802.16.1 y su enmienda IEEE 802.16.1.a, además de las características mencionadas, permite el soporte de los requerimientos para LTE-Advanced de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU) (IEEE, 2012, 2013a).

En la siguiente tabla se condensan las resoluciones, decretos, planes, recomendaciones y especificaciones que serán la base para determinar la nueva regulación colombiana dedicada a las telecomunicaciones por medio de la banda ancha inalámbrica, específicamente para 4G LTE y las nuevas tecnologías que están por venir

Colombia	América Latina	Entidades internacionales
Decreto 1130 de 1999	Resolución N° 37 de 2014 - Argentina	Spectrum Sharing – 4G Americas

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Resolución 3503 de 2011	Plan Nacional de Banda Ancha – EE.UU	Reglamento de Radiocomunicaciones I a IV; Manual de Comprobación Técnica del Espectro – ITU
Resolución 3101 de 2011	EL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO EN MÉXICO. ESTUDIO Y ACCIONES	ITU-R M.1036-4
Dimensión Estratégica I, II, III y IV		ITU-R M.2012-1 que relaciona Recomendaciones, Resoluciones y Reportes: ITU-R M.1036; ITU-R M.1224; ITU-R M.1645; ITU-R M.1822; ITU-R M.2038; ITU-R M.2072; ITU-R M.2074; ITU-R M.2078; ITU-R M.2079; ITU-R M.2133; ITU-R M.2134; ITU-R M.2135-1; ITU-R M.2198; ITU-R 56-1; ITU-R 57-1
		Overview of 3GPP Release 13; LTE para seguridad pública; Series de especificaciones 21.xx a 37.xx – 3GPP
		IEEE 802.16; IEEE 802.16.1; IEEE 802.16.1.a

Recomendaciones para futura regulación de 4G en Colombia
Tabla 11

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

5. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO

Conclusión general

La ausencia de normas que regulen el monitoreo y desempeño de 4G en Colombia hace urgente la creación de estas para poder acompañar el crecimiento de esta tecnología que ya cuenta con millones de usuarios en el país. Por lo cual, para ayudar en el proceso de elaboración de estas reglas se presenta el conjunto de recomendaciones mediante el estudio de la situación regulatoria actual de Colombia y otros países de Latino América, y las regulaciones, estándares y especificaciones de las entidades más importantes en tecnologías de telecomunicaciones.

Conclusiones específicas

- Se evidencia la necesidad por parte de los gobiernos de los diferentes países de la región y en el resto del mundo con acceso a LTE de incluir, dentro de sus legislaciones normas y planes que ayuden a gestionar y monitorear el desempeño de LTE. Algunas entidades encargadas de establecer las normas en telecomunicaciones de diferentes países ya se encuentran en proceso de regular y establecer planes de acción y gestión de espectro radioeléctrico para este propósito, determinando de esta manera el camino que asegurará el futuro de las comunicaciones móviles y la banda ancha inalámbrica, con velocidades y calidad de servicio óptimas.

Específicamente IEEE no habla de estándares para 4G ya que cuenta con WiMax como tecnología propia, sin embargo, fortalece en gran manera tener en cuenta la aplicación de algunos estándares de esta entidad internacional como los mencionados en este trabajo con el fin de establecer un marco regulatorio dentro de un país en vía de desarrollo, y que se encuentra en proceso de implementación de LTE.

- Algunos de los Estándares y Recomendaciones internacionales empleados en las normas actuales que reglamentan las comunicaciones móviles en el país datan de años muy anteriores a la implementación de la tecnología 4G, lo que podría provocar incompatibilidades con los nuevos sistemas, afectando a la creciente

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

cantidad de usuarios. Además, para que Colombia pueda conservar el la primera posición en el crecimiento de 4G LTE en América Latina es urgente no solamente crecer en número de abonados y suscriptores, sino también de establecer políticas de regulación que garanticen la gestión y el monitoreo de la tecnología en mención, con el soporte de recomendaciones internacionales actualizadas y compatibles con la implementación de los servicios de datos requeridos por los usuarios y empresas.

- La problemática derivada de no contar que regulación dedicada a LTE en Colombia debe ser abordada mediante la formulación de nuevas normas contenidas en leyes, Resoluciones y Decretos que aseguren la máxima calidad de servicio, cumpliendo con los reglamentos dispuestos por las entidades nacionales e internacionales.

Recomendaciones y trabajo futuro

Para asegurar el continuo mejoramiento de las leyes colombianas es preciso realizar nuevos estudios en busca de actualizaciones de los Estándares y Recomendaciones internacionales, determinando las variables más recientes que sirvan para este propósito. También resulta de vital importancia que estos mismos estudios contengan revisiones de los proyectos y planes gubernamentales actualmente en desarrollo orientadas a las nuevas tecnologías y gestión del espectro, tales como la instalación del nuevo cable submarino AMX-1 en abril de 2015 que promete aumentar la velocidad de Internet (Colombiano, 2015); el 5to Congreso Internacional de Espectro (ANE, 2015a) que se realizará el 3 y 4 de junio de 2015; y la Resolución 4734 de 2015 (CRC, 2015) publicada el 15 de mayo de 2015; así como también los proyectos que se publiquen con posterioridad a la finalización de este trabajo.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

REFERENCIAS

- 3GPP. (2009a). *3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Radio Access Network; Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Base Station (BS) radio transmission and reception (Release 8)*. Retrieved from <http://www.qtc.jp/3GPP/Specs/36104-880.pdf>
- 3GPP. (2009b). *3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Radio Access Network; Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); User Equipment (UE) radio transmission and reception (Release 8)*. Retrieved from <http://www.qtc.jp/3GPP/Specs/36101-880.pdf>
- 3GPP. (2014a). 3GPP TS 32.406. Retrieved from http://www.3gpp.org/ftp/specs/archive/32_series/32.406/
- 3GPP. (2014b). LTE for Public Safety (authority-to-authority) communications_20140316.
- 3GPP. (2014c). LTE Releases. Retrieved from <http://www.3gpp.org/specifications/releases>
- 3GPP. (2014d). Overview of 3GPP Release 13.
- 3GPP. (2014e). Specifications Home. Retrieved from <http://www.3gpp.org/specifications/specifications>
- 3GPP. (2014f). Work_plan_3gpp_140701.
- 3GPP. (2015a). 3GPP Specification series. Retrieved from <http://www.3gpp.org/DynaReport/36-series.htm>
- 3GPP. (2015b). 3GPP TS 24.008. Retrieved from http://www.3gpp.org/ftp/specs/archive/24_series/24.008/
- 3GPP. (2015c). 3GPP TS 29.272. Retrieved from http://www.3gpp.org/ftp/specs/archive/29_series/29.272/
- 3GPP. (2015d). Acerca de 3GPP. Retrieved from <http://www.3gpp.org/about-3gpp/about-3gpp>
- 3GPP. (2015e). Series de especificaciones 3GPP. Retrieved from <http://www.3gpp.org/specifications/79-specification-numbering>

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

4G Americas. (2014a). 4G Americas' Recommendations on 5G Requirements and Solutions. Retrieved from http://www.4gamericas.org/files/7614/1625/4574/5GPresentation_FW_Webinar_-_top_slide.png

4G Americas. (2014b). Spectrum Sharing. Retrieved from http://www.4gamericas.org/files/2414/1323/5229/4G_Americas_Spectrum_Sharing_-_FINAL_Oct_2014.pdf

4G Americas. (2015a). LTE Deployment Status Latin America. Retrieved from http://www.4gamericas.org/files/4414/2611/1475/North_America_3.11.15.pdf

4G Americas. (2015b). Mobile Broadband in the Americas Part 2. Retrieved from http://www.4gamericas.org/files/5214/2592/1595/4G_Americas_-_Mobile_Broadband_in_the_Americas_for_MWC_-_Part_2.pdf

Academy, I. (2014). Introducción al Sistema EPS (Evolved Packet System) Semana 1, 1–34.

Ali-Yahiya, T. (2011). *Understanding LTE and its Performance*. New York, NY: Springer New York. doi:10.1007/978-1-4419-6457-1

ANE. (2014). CUADRO NACIONAL DE ATRIBUCIÓN DE BANDAS DE FRECUENCIA.

ANE. (2015a). 5to Congreso Internacional de Espectro. Retrieved from <http://www.ane.gov.co/index.php/en-el-5-congreso-internacional-de-espectro-se-discutira-sobre-las-redes-de-comunicaciones-que-permiten-atender-situaciones-de-desastre.html>

ANE. (2015b). Dimensión Estratégica I. Retrieved from <http://ane.gov.co/index.php/gestion-de-la-entidad/prog-menu-principal.html>

ANE. (2015c). Espectro Radioeléctrico. Retrieved from <http://ane.gov.co/index.php/conozca-la-ane/que-es-el-espectro/que-es-el-espectro>

Association, I. S. (2014). IEEE 802.1q. Retrieved from <http://www.ieee802.org/1/pages/802.1Q.html>

Association, I. S. (2015). Estandar 802.3. Retrieved from <https://standards.ieee.org/about/get/802/802.3.html>

Claro. (2015). Claro 4G. Retrieved from <http://www.claro.com.co/wps/portal/co/pc/personas/movil/4g-lte#01-4glte>

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

CNC. (2013). Resolución N° 5/2013. Buenos Aires: CNC.

CNC. (2014a). Decreto 671/2014. Buenos Aires: CNC.

CNC. (2014b). Resolución N° 17/2014. Buenos Aires: CNC.

CNC. (2014c). Resolución N° 37/2014. Buenos Aires: CNC.

Colombiano, E. (2015). Un cable submarino hará más veloz internet. Retrieved from <http://www.elcolombiano.com/un-cable-submarino-hara-mas-veloz-internet-DY1717050>

Comunicaciones, C. de R. de. (2011). Resolución 3503 de 2011. Bogotá. Retrieved from https://www.crcom.gov.co/recursos_user/Normatividad/Normas_Actualizadas/Res_3503_11_Act_4045.pdf

Comunicaciones, C. de R. de. Modificación de condiciones del régimen calidad en servicios de telecomunicaciones - Énfasis en servicios móviles (2012). Retrieved from http://www.comusuarios.gov.co/recursos_user/Documentos_CRC_2012/Actividades_Regulatorias/Calidad_Movil_Cambio/DocumentoSoporte_2.pdf

Comunicaciones, C. de R. de. Modificación de condiciones de calidad en servicios de telecomunicaciones móviles (2014). Retrieved from http://www.comusuarios.gov.co/recursos_user/Documentos_CRC_2014/Actividades_Regulatorias/Modif_calidad/DocSoporte_11-07-2014_publicacion.pdf

Comunicaciones, C. R. de. (2007). Indicadores de calidad en servicios de telecomunicaciones, 17. doi:10.1016/S1134-282X(06)70784-9

Comunicaciones, C. R. de. (2014). *Informes Calidad Julio 2014-Septiembre 2014*. Retrieved from <https://www.crcom.gov.co/es/pagina/inf-rmate-sobre-la-calidad-en-la-telefon-a-celular>

Comunicaciones, S. de. (2013). Resolución N° 5/2013. Buenos Aires: Secretaría de Comunicaciones.

Comunicaciones, M. de T. de la I. y las. Alternativas Subasta AWS (2013). Retrieved from http://www.slideshare.net/Ministerio_TIC/alternativas-subastaaws?ref=http://www.mintic.gov.co/portal/604/w3-article-1091.html

Comunicaciones, M. de T. de la I. y las. Condiciones Finales (2013). Retrieved from http://www.slideshare.net/Ministerio_TIC/2012-03-12presentacin-oscar

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Comunicaciones, M. de T. de la I. y las. (2013b). RESOLUCIÓN 449 DEL 11 de MARZO DE 2013.

Comunicaciones, M. de T. de la I. y las. (2014). Sistema de Seguimiento a Metas de Gobierno SISMEG. Retrieved from http://colombiatic.mintic.gov.co/602/articles-8547_imagen_jpg.jpg

CRC. (2011a). Resolución 3066 de 2011. Retrieved from http://www.claro.com.co/portal/recursos/co/pdf/Res_3066_11_Act_4625.pdf

CRC. (2011b). Resolución 3101 de 2011. Retrieved from <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=43747>

CRC. (2011c). Resolucion 3502 de 2011. Retrieved from http://www.claro.com.co/portal/recursos/co/comcel/Resolucion_3502_Diciembre_2011.pdf

CRC. (2012a). Resolucion 3711. Retrieved from http://www.movistar.co/documents/10184/0/CRC_3711_Aprobacion_OBI.pdf/0225b53b-86b8-4469-a1a3-f2bf6879f6d5

CRC. (2012b). Resolución 3717 de 2012. Retrieved from http://www.claro.com.co/portal/recursos/co/comcel/Res_3717_2012.pdf

CRC. (2012c). Resolución 4000 de 2012. Bogotá. Retrieved from <https://www.crcm.gov.co/resoluciones/00004000.pdf>

CRC. (2012d). Resolución 4007 de 2012. Bogotá. Retrieved from https://www.crcm.gov.co/recursos_user/Normatividad/Resoluciones/2012/00004007.pdf

CRC. Resolución 4112 (2013). Retrieved from <https://www.crcm.gov.co/resoluciones/00004112.pdf>

CRC. (2013b). Resolucion 4338 de 2013. Retrieved from http://www.claro.com.co/portal/recursos/co/pdf/Resolucion_4338_2013.pdf

CRC. (2013c). Resolución 4341. Retrieved from http://www.movistar.co/documents/10184/299459/CRC_4341_Aprobacion_OBI.pdf/cd0767eb-11e5-425f-afa6-93bb91f54d69

CRC. (2014). Resolucion 4553 de 2014. Retrieved from http://www.claro.com.co/portal/recursos/co/pdf/Resolucion_4553_2014.pdf

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

CRC. (2015). Resolución 4734 de 2015. Bogotá, Colombia. Retrieved from <https://www.crcom.gov.co/resoluciones/00004734.pdf>

Erik Dahlman, Stefan Parkvall, J. S. (2011). *4G LTE/LTE-Advanced for Mobile Broadband* (1st Editio). Elsevier.

Espectro, A. N. del. (2015). *PLAN DE ACCIÓN 2015*. Bogotá. Retrieved from <http://www.ane.gov.co/index.php/component/jdownloads/finish/3/1042.html?Itemid=0>

ETSI. (1993). ETS 300 287. *Provider*. Retrieved from http://www.etsi.org/deliver/etsi_i_ets/300200_300299/300287/01_60/ets_300287e01p.pdf#page=1&zoom=auto,-107,848

ETSI. (2005). ETSI EG 202 057-4 V1.1.1 (2005-10) - Speech Processing, Transmission and Quality Aspects (STQ); User related QoS parameter definitions and measurements; Part 4: Internet access. Retrieved from http://www.etsi.org/deliver/etsi_eg/202000_202099/20205704/01.01.01_60/eg_20205704v010101p.pdf

ETSI. (2007). ETSI TS 129 078. Retrieved from http://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/129000_129099/129078/07.03.00_60/ts_129078v070300p.pdf

ETSI. (2009a). ETSI EG 202 057-2 V1.3.1 (2009-02) Speech Processing, Transmission and Quality Aspects (STQ); User related QoS parameter definitions and measurements; Part 2: Voice telephony, Group 3 fax, modem data services and SMS. Retrieved from http://www.etsi.org/deliver/etsi_eg/202000_202099/20205702/01.03.01_60/eg_20205702v010301p.pdf

ETSI. (2009b). ETSI TS 102 250-2 V1.7.1 (2009-10) Speech and multimedia Transmission Quality (STQ); QoS aspects for popular services in GSM and 3G networks; Part 2: Definition of Quality of Service parameters and their computation. Retrieved from http://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/102200_102299/10225002/01.07.01_60/ts_10225002v010701p.pdf

ETSI. (2009c). ETSI TS 102 250-4 V1.3.1 (2009-03) Speech and multimedia Transmission Quality (STQ); QoS aspects for popular services in GSM and 3G networks; Part 4: Requirements for Quality of Service measurement equipment. Retrieved from http://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/102200_102299/10225004/01.03.01_60/ts_10225004v010301p.pdf

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

ETSI. (2011). ETSI TS 102 250-1 V2.2.1 (2011-04) Speech and multimedia Transmission Quality (STQ); QoS aspects for popular services in mobile networks; Part 1: Assessment of Quality of Service. Retrieved from http://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/102200_102299/10225001/02.02.01_60/ts_10225001v020201p.pdf

FCC. (2010). International regulations in force. Retrieved from http://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?SID=6c4f60142311395bc6f047c334f69054&node=se47.1.2_1100&rgn=div8

Federal Communications Commission. (2011). *PLAN NACIONAL DE BANDA ANCHA*. Retrieved from <http://download.broadband.gov/plan/creando-un-estados-unidos-conectado-plan-nacional-de-banda-ancha.pdf>

Federal Communications Commission. (2015). Title 47 - Telecommunication. Retrieved from http://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?SID=c40226a66c5308ca6c40177aa9e11715&tpl=/ecfrbrowse/Title47/47tab_02.tpl

GOBERNACION, S. DE. (2013). PODER EJECUTIVO. México, D.F.

GSMA. (2013). LTE Roaming Guidelines. Retrieved from <http://www.gsma.com/newsroom/wp-content/uploads/2013/04/IR.88-v9.0.pdf>

Horvath, G. (2013). End-to-end QoS management across LTE networks. In *2013 21st International Conference on Software, Telecommunications and Computer Networks - (SoftCOM 2013)* (pp. 1–6). IEEE. doi:10.1109/SoftCOM.2013.6671871

IEEE. (2012). *IEEE 802.16.1 Standard for WirelessMAN-Advanced Air Interface for Broadband Wireless Access Systems* (Vol. 2012). New York, NY.

IEEE. (2013a). *IEEE 802.16.1a Standard for WirelessMAN-Advanced Air Interface for Broadband Wireless Access Systems* (Vol. 2012). New York, NY.

IEEE. (2013b). *IEEE 802.16n Standard for Air Interface for Broadband Wireless Access Systems*. New York, NY.

IEEE. (2015). Sobre IEEE. Retrieved from <https://www.ieee.org/about/index.html>

IEEE Computer Society. (2010). *IEEE Standard for Minimum Performance Characteristics of IEEE 802.20 Terminals and Base Stations/Access Nodes*. New York, NY.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

- IEEE Computer Society. (2012). *802.16 - IEEE Standard for Local and metropolitan area networks Part 16: Air Interface for Fixed and Mobile Broadband Wireless Access Systems* (Vol. 2012). New York, NY. Retrieved from <http://standards.ieee.org/getieee802/download/802.16-2012.pdf>
- IETF. (2002). IETF RFC 3261. Retrieved from <https://www.ietf.org/rfc/rfc3261.txt>
- IETF. (2012). Diameter Protocol. Retrieved from <https://tools.ietf.org/html/rfc6733>
- IFT. (2012). EL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO EN MÉXICO. ESTUDIO Y ACCIONES. México, D.F. Retrieved from <http://www.ift.org.mx/iftweb/wp-content/uploads/2012/11/EL-ESPECTRO-RADIOEL-CTRICO-EN-MEXICO.-ESTUDIO-Y-ACCIONES-FINAL-CONSULTA.pdf>
- ITU. (2011a). ITU-T P.341 Transmission characteristics for wideband digital loudspeaking and hands-free telephony terminals. Retrieved from <http://www.itu.int/rec/T-REC-P.341-201103-I/en>
- ITU. (2011b). UIT: Comprometida para conectar el mundo. Ginebra: ITU. Retrieved from http://www.itu.int/dms_pub/itu-s/opb/gen/S-GEN-HLPW-2011-PDF-S.pdf
- ITU. (2012). ITU-T G.168 Digital network echo cancellers. Retrieved from <https://www.itu.int/rec/T-REC-G.168-201202-I/en>
- ITU-R. (1999). ESSENTIAL REQUIREMENTS FOR A SPECTRUM MONITORING STATION FOR DEVELOPING COUNTRIES. Retrieved from https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/sm/R-REC-SM.1392-0-199901-S!!PDF-E.pdf
- ITU-R. (2000). TELECOMUNICACIONES MÓVILES INTERNACIONALES-2000 (IMT-2000), 2000, 1–50.
- ITU-R. (2001). UIT-R SM.1047-1.
- ITU-R. (2003a). ITU-R M.2030.
- ITU-R. (2003b). Marco y objetivos generales del desarrollo futuro de las IMT-2000 y de los sistemas posteriores Serie M por satélite conexos. Retrieved from http://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/m/R-REC-M.1645-0-200306-I!!PDF-S.pdf
- ITU-R. (2003c). RECOMENDACIÓN UIT-R SM . 1604 Directrices para un sistema perfeccionado de gestión del espectro destinado a los países en desarrollo Anexo 1 WinBASMS perfeccionado. Retrieved from http://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/sm/R-REC-SM.1604-0-200302-I!!PDF-S.pdf

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

ITU-R. (2004). INFORME UIT-R M . 2045 Técnicas de reducción de la interferencia para considerar la coexistencia entre las tecnologías de las interfaces radioeléctricas dúplex por división en el tiempo y dúplex por división de frecuencia de las IMT-2000 en la gama de fre. Retrieved from http://www.itu.int/dms_pub/itu-r/opb/rep/R-REP-M.2045-2004-PDF-S.pdf

ITU-R. (2006). INFORME UIT-R M . 2078 Estimación de los requisitos de anchura de banda de espectro para el futuro desarrollo de las IMT-2000 y las IMT-Avanzadas. Retrieved from http://www.itu.int/dms_pub/itu-r/opb/rep/R-REP-M.2078-2006-PDF-S.pdf

ITU-R. (2011). Assessment of the global mobile broadband deployments and forecasts for International Mobile Telecommunications. Retrieved from http://www.itu.int/dms_pub/itu-r/opb/rep/R-REP-M.2243-2011-PDF-E.pdf

ITU-R. (2012a). Recommendation ITU-R M.1036-4 (03/2012). Ginebra.

ITU-R. (2012b). *Reglamento de Radiocomunicaciones Vol 4*. Ginebra. Retrieved from http://www.itu.int/dms_pub/itu-s/oth/02/02/S02020000244503PDFS.pdf

ITU-R. (2012c). *Reglamento de Radiocomunicaciones Vol. 1*. Geneva: ITU-R. Retrieved from http://www.itu.int/dms_pub/itu-s/oth/02/02/S02020000244503PDFS.pdf

ITU-R. (2012d). *Reglamento de Radiocomunicaciones Vol. 2*. Geneva: ITU-R. Retrieved from http://www.itu.int/dms_pub/itu-s/oth/02/02/S02020000244503PDFS.pdf

ITU-R. (2012e). *Reglamento de Radiocomunicaciones Vol. 2*. Retrieved from http://www.itu.int/dms_pub/itu-s/oth/02/02/S02020000244503PDFS.pdf

ITU-R. (2012f). *Reglamento de Radiocomunicaciones Vol. 3*. Geneva: ITU-R. Retrieved from http://www.itu.int/dms_pub/itu-s/oth/02/02/S02020000244503PDFS.pdf

ITU-R. (2012g). *Reglamento de Radiocomunicaciones Vol. 3*. Retrieved from http://www.itu.int/dms_pub/itu-s/oth/02/02/S02020000244503PDFS.pdf

ITU-R. (2012h). *Reglamento de Radiocomunicaciones Vol. 4*. Geneva: ITU-R. Retrieved from http://www.itu.int/dms_pub/itu-s/oth/02/02/S02020000244503PDFS.pdf

ITU-R. (2014). Detailed specifications of the terrestrial radio interfaces of International Mobile Telecommunications-Advanced (IMT-Advanced). ITU-R.

ITU-T. (1988a). ITU-T E.521 Cálculo del número de circuitos de un haz utilizado para cursar el tráfico de desbordamiento. Retrieved from <http://www.itu.int/rec/T-REC-E.521-198811-l/en>

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

ITU-T. (1988b). ITU-T E.522 Número de circuitos en un haz de gran utilización. Retrieved from <http://www.itu.int/rec/T-REC-E.522-198811-I/en>

ITU-T. (1988c). ITU-T G.822 Objetivos de tasa de deslizamientos controlados en una conexión digital internacional. Retrieved from <https://www.itu.int/rec/T-REC-G.822-198811-I/en>

ITU-T. (1991). ITU-T serie X.800. Retrieved from <http://www.itu.int/ITU-T/recommendations/index.aspx?ser=X>

ITU-T. (1992). ITU-T E.170.

ITU-T. (1993a). ITU-T G.711 MODULACIÓN POR IMPULSOS CODIFICADOS (MIC) DE FRECUENCIAS VOCALES. Retrieved from <http://www.itu.int/rec/T-REC-G.711-198811-I/en>

ITU-T. (1993b). ITU-T I.250 Definición de servicios suplementarios. Retrieved from <http://www.itu.int/rec/T-REC-I.250-198811-I/en>

ITU-T. (1993c). ITU-T serie Q.700. Retrieved from <http://www.itu.int/ITU-T/recommendations/rec.aspx?rec=2159>

ITU-T. (1997). UIT-T G.811 Sistemas de transmisión digital – Redes digitales – Objetivos de diseño para las redes digitales. Retrieved from <http://www.itu.int/rec/T-REC-G.811-199709-I/en>

ITU-T. (1998a). ITU-T E.500.

ITU-T. (1998b). UIT-T Q.932 Sistema de señalización digital de abonado N.º 1 – Procedimientos genéricos para el control de los servicios suplementarios de RDSI. Retrieved from <http://www.itu.int/rec/T-REC-Q.932-199805-I/en>

ITU-T. (2000). UIT-T Q.932 Enmienda 1. Retrieved from <http://www.itu.int/rec/T-REC-Q.932-200006-I!Amd1/en>

ITU-T. (2001a). G.712 (11/2001) Características de la calidad de transmisión de los canales de modulación por impulsos codificados. Retrieved from <http://www.itu.int/rec/T-REC-G.712-200111-I/en>

ITU-T. (2001b). ITU-T serie Q.500. Retrieved from <http://www.itu.int/ITU-T/recommendations/index.aspx?ser=Q>

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

- ITU-T. (2003a). G.101 (11/2003) Conexiones y circuitos telefónicos internacionales – Definiciones generales Plan. Retrieved from <http://www.itu.int/rec/T-REC-G.101-200311-I/en>
- ITU-T. (2003b). ITU-T X.805 (10/2003). Retrieved from <http://www.itu.int/rec/T-REC-X.805-200310-I>
- ITU-T. (2004a). ITU-T G.820 Relaciones entre las Recomendaciones sobre la calidad de funcionamiento de la red digital de servicios integrados (RDSI), las redes basadas en IP y la capa física Recomendación. Retrieved from <http://www.itu.int/rec/T-REC-G.820-200407-I/en>
- ITU-T. (2004b). X.1121 (04/2004) Marco general de tecnologías de seguridad para las comunicaciones móviles de datos de extremo a extremo. Retrieved from <http://www.itu.int/rec/T-REC-X.1121/en>
- ITU-T. (2004c). X.1122 (04/2004) Directrices para la implementación de sistemas móviles seguros basados en la infraestructura de claves públicas. Retrieved from <http://www.itu.int/rec/T-REC-X.1122-200404-I>
- ITU-T. (2007a). ITU-T G.113 Transmission impairments due to speech processing. Retrieved from <https://www.itu.int/rec/T-REC-G.113-200711-I/en>
- ITU-T. (2007b). ITU-T Q.3401 Signalling requirements and protocols for the NGN – Service and session control protocols. Retrieved from <http://www.itu.int/rec/T-REC-Q.3401-200703-I/en>
- ITU-T. (2007c). UIT-T Y.2701. Retrieved from <http://www.itu.int/rec/T-REC-Y.2701-200704-I/en>
- ITU-T. (2009a). ITU-T H.323. Retrieved from <http://www.itu.int/rec/T-REC-H.323-200912-I/en>
- ITU-T. (2009b). ITU-T P.310. Retrieved from <https://www.itu.int/rec/T-REC-P.310-200906-I/en>
- ITU-T. (2011a). ITU-T P.311 Transmission characteristics for wideband digital handset and headset telephones. Retrieved from <http://www.itu.int/rec/T-REC-P.311-201103-I/en>
- ITU-T. (2011b). Y.1540 IP packet transfer and availability performance parameters. Retrieved from <http://www.itu.int/rec/T-REC-Y.1540-201103-I>

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

- ITU-T. (2011c). Y.1541 Network performance objectives for IP-based services. *Serie Y: GLOBAL INFORMATION INFRASTRUCTURE, INTERNET PROTOCOL ASPECTS AND NEXT-GENERATION NETWORKS Internet Protocol Aspects – Quality of Service and Network Performance*. Retrieved from <http://www.itu.int/rec/T-REC-Y.1541-201112-I>
- ITU-T. (2012). ITU-T G.8081. Retrieved from <http://www.itu.int/rec/T-REC-G.8081-201202-I/en>
- ITU-T. (2013a). H.323 Amendment 1 - Infrastructure of audiovisual services - System and terminal equipment for audiovisual services. Retrieved from <http://www.itu.int/rec/T-REC-H.323-201303-I!Amd1/en>
- ITU-T. (2013b). ITU-T Y.1541 Enmienda 1. Retrieved from <http://www.itu.int/rec/T-REC-Y.1541-201312-I!Amd1/en>
- Jamieson, A. R. (2003). PUBLIC PROTECTION AND DISASTER RELIEF. Retrieved from <https://www.itu.int/itu-news/manager/display.asp?lang=en&year=2006&issue=03&ipage=publicProtection&ext=html>
- MINTIC. (2015a). Boletín trimestral de las TIC - Cuarto trimestre de 2014. Bogotá. Retrieved from http://colombiatic.mintic.gov.co/602/articles-8598_archivo_pdf.pdf
- MINTIC. (2015b). Resoluciones MINTIC. Retrieved from <http://www.mintic.gov.co/portal/604/w3-propertyvalue-595.html>
- Moss, L. (2015). Colombia Leading Growth of 4G LTE Adoption In Latin America; Exclusive Interview With 4G Americas' José Otero. Retrieved from <http://www.financacolombia.com/colombia-leading-growth-of-4g-lte-adoption-in-latin-america-exclusive-interview-with-4g-americas-jose-otero/>
- Movistar. (2015). Movistar 4G. Retrieved from http://descubre.movistar.co/4GLTE/que_es.html
- Olsson, M., Sultana, S., Rommer, S., Frid, L., & Mulligan, C. (2013). *EPC and 4G Packet Networks* (Second edi). Elsevier. doi:10.1016/B978-0-12-394595-2.00011-6
- Otero, J. F. (2014). MOBILE BROADBAND GROWTH IN LATIN AMERICA. Retrieved from http://www.4gamericas.org/files/3114/1599/0861/Jose_Otero_Mexico_Telco_Forum_Nov-14.pdf
- Pearson, C. (2013). Mobile Broadband Acceleration in the Americas Chris Pearson. Retrieved from

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

http://www.4gamericas.org/files/9514/0717/9844/May_14_Mobile_Broadband_Acceleration_in_the_Americas_Chris_Pearson.pdf

Pearson, C. (2014). 4G Network Evolution. Retrieved from www.4gamericas.org

Poikselka, M., & Mayer, G. (2009). *THE IMS IP MULTIMEDIA CONCEPTS AND SERVICES*, (3rd Ed). WILEY.

Radiocomunicaciones, O. de. (2011). *MANUAL COMPROBACIÓN TÉCNICA DEL ESPECTRO*. Ginebra: International Telecommunication Union. Retrieved from http://www.itu.int/dms_pub/itu-r/opb/hdb/R-HDB-23-2011-PDF-S.pdf

Rojas, E. (2013). Latin America Deep Dive Latin America & Caribbean Wireless Technology Evolution 2000-2012.

Sesia, S., ST-Ericsson, F., Toufik, I., ETSI, F., Baker, M., & Alcatel-Lucent, U. (2011). *LTE – The UMTS Long Term Evolution, From Theory to Practice* (2nd Ed). WILEY.

Society, I. C. (2004). *IEEE 801.1D - MAC Bridges. IEEE Standard for Local and metropolitan area networks-Media Access Control (MAC)*. New York, NY. Retrieved from <http://standards.ieee.org/about/get/802/802.1.html>

Telecomunicaciones, C. de regulación de. (2007). Resolución 1740 - Indicadores de calidad para servicios de telcos. Retrieved from http://www.comusuarios.gov.co/recursos_user/00001740.pdf

Tigo. (2015). Tigo 4G. Retrieved from <http://www.tigo.com.co/4g>

TRANSPORTES, S. D. C. Y. (2014). LEY FEDERAL DE TELECOMUNICACIONES Y RADIODIFUSIÓN. México, D.F. Retrieved from http://www.ift.org.mx/iftweb/wp-content/uploads/2014/08/Ley_Federal_de_Telecomunicaciones_y_Radiodifusion.pdf

UIT. (2013). *REGLAMENTO DE LAS TELECOMUNICACIONES INTERNACIONALES*. Ginebra. Retrieved from http://www.itu.int/dms_pub/itu-s/opb/conf/S-CONF-WCIT-2012-PDF-S.pdf

UIT-T. (2001). G.703 (11/2001).

UIT-T. (2008). Recomendación UIT-T E.800 Definiciones de términos relativos a la calidad de servicio. Retrieved from <http://www.itu.int/rec/T-REC-E.800-200809-I>

Unión Internacional De Telecomunicaciones T. (2001). G.1000 Calidad del servicio en las comunicaciones: marco y definiciones. *SERIE G SISTEMAS Y MEDIOS DE*

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

TRANSMISIÓN SISTEMAS Y REDES DIGITALES Calidad de Servicio Y de Transmisión.
Retrieved from <http://www.itu.int/rec/T-REC-G.1000-200111-l/en>

Unión Internacional de Telecomunicaciones -T. (1992). ITU-T E.426 (10/92). Retrieved from <http://www.itu.int/rec/T-REC-E.426-199210-l/en>

Unión Internacional de Telecomunicaciones -T. (1996). ITU-T E.422 (02/96). Retrieved from <http://www.itu.int/rec/T-REC-E.422-199602-l/en>

Unión Internacional de Telecomunicaciones -T. (1998). UIT-T Q.850. Retrieved from <http://www.itu.int/rec/T-REC-Q.850-199805-l/en>

Unión Internacional de Telecomunicaciones -T. (2000). UIT-T Q.850 Addendum 1. Retrieved from <http://www.itu.int/rec/T-REC-Q.850-200006-l/Add1/en>

Unión Internacional de Telecomunicaciones -T. (2001a). G.1010 Categorías de calidad de servicio para los usuarios de extremo de servicios multimedios. *Serie G. Sistemas Y Medios de Transmisión, Sistemas Y Redes Digitales.*, 16. Retrieved from <http://www.itu.int/rec/T-REC-G.1010-200111-l>

Unión Internacional de Telecomunicaciones -T. (2001b). ITU-T Q.850 Enmienda 1 (07/2001). Retrieved from <http://www.itu.int/rec/T-REC-Q.850-200107-l/Amd1/en>

Unión Internacional de Telecomunicaciones -T. (2002). UIT-T E.425. Retrieved from <http://www.itu.int/rec/T-REC-E.425-200203-l>

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

APÉNDICE

Apéndice A

RADICACION DE SALIDA No. 201550722

Rad. 201580398

Cód. 4000

Bogotá, D.C.

Señor

Jhon Gutiérrez

Email: jhonglop@gmail.com

REF: SU CONSULTA SOBRE REGULACIÓN PARA 4G EN COLOMBIA

Respetado señor Gutiérrez:

La Comisión de Regulación de Comunicaciones (CRC) acusa recibo de su comunicación radicada internamente bajo el número 201580398, mediante la cual solicita información relacionada con regulación para 4G en Colombia.

En primer lugar nos permitimos informarle que la Comisión de Regulación de Comunicaciones - CRC - es el organismo estatal encargado de promover la competencia, evitar el abuso de posición dominante y regular los mercados de las redes y los servicios de comunicaciones; con el fin de que la prestación de los servicios sea económicamente eficiente y refleje altos niveles de calidad.

Con respecto a su solicitud, nos permitimos informarle que, en lo que corresponde a esta Comisión, no se ha expedido regulación que esté dirigida específicamente para la prestación de servicios de comunicaciones 4G en Colombia. Sin embargo, la expedición de resoluciones como la Resolución CRC 4112 de 2013 (disponible en: <https://www.crcm.gov.co/resoluciones/00004112.pdf>) "Por la cual se establecen las condiciones generales para la provisión de la instalación esencial de Roaming Automático

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Nacional y se dictan otras disposiciones" facilitó la entrada de asignatarios de 4G en Colombia, a pesar de no haber sido expedida exclusivamente con este fin.

Por otra parte, consideramos pertinente informarle que las bandas de frecuencia 4 y 7 para servicios de cuarta generación (4G), fueron otorgadas por el Gobierno Nacional de acuerdo con las condiciones establecidas en la Resolución 449 de 2013 expedida por el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones "Por la cual se establecen los requisitos y el procedimiento para otorgar permisos para el uso de hasta 225MHz de espectro radioeléctrico en las bandas de 1.850 MHz a 1990 MHz, 1710 MHz a 1755 MHz pareada con 2110 MHz a 2155 MHz y 2500 MHz a 2690 MHz para la operación y prestación del servicio móvil terrestre". La Resolución 449 de 2013 está disponible en el sitio web: <http://www.mintic.gov.co/portal/604/w3-article-3799.html> del Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.

En los anteriores términos damos respuesta a su consulta y quedamos atentos a cualquier aclaración adicional que requiera.

Proyectado por: Mauricio Gómez

Finalmente, le solicitamos amablemente se sirvan diligenciar la encuesta haciendo click en el siguiente enlace: <http://www.pnn.gov.co/EncuestaCARE?radicado=201580398>. La información es muy valiosa para la CRC ya que nos permite mejorar la calidad de nuestra atención.

Cordial saludo,

RICARDO OSPINA
 Coordinador de Atención al Cliente
 Comisión de Regulación de Comunicaciones
 Calle 59A Bis # 5-53 Piso 9 Edificio Link Siete Sesenta
 Teléfono: 3198300/ Fax: 3198301
 Página web: <http://www.crcm.gov.co>
 Email: atencioncliente@crcm.gov.co

Apéndice B

MINISTERIO DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LAS COMUNICACIONES
 FECHA: 23/4/2015 HORA: 07:24:25 FOLIOS: 2
 REGISTRO NO: **810216**
 DESTINO: JHON GUTIÉRREZ LÓPEZ
 DIRECCION: CARRERA 78 # 1A - 69

Código TRD: 221.101.003

Bogotá, D.C.

Señor
JHON GUTIÉRREZ LÓPEZ.
 Carrera 78 1 A – 69.
 Medellín.
 Antioquia.



001913

Asunto: Sus radicados 663823, 663824, 663828, 663829, 663830 y 663844. Consulta sobre la regulación vigente para el servicio 4G en Colombia.

Respetado Señor Gutiérrez,

Acusamos recibo de los radicados del asunto en los cuales solicita información sobre la regulación vigente para el servicio 4G en Colombia.

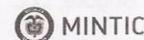
Al respecto le podemos informar que la regulación sobre la prestación del servicio 4G está contenida en diversas normas, tanto de carácter general (P. ej. Constitución, Leyes y Decretos) como de carácter particular (p. ej. Resoluciones). Las normas más relevantes que este Ministerio y sus entidades adscritas han tenido en cuenta respecto de la prestación del servicio 4G en Colombia han sido:

CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE COLOMBIA

ARTÍCULO	TEMA RELACIONADO
75	El Espectro Radioeléctrico como bien público.
101	El Espectro Radioeléctrico como parte de Colombia.
102	La Nación como dueña del Espectro Radioeléctrico.
333	Sobre la actividad económica, la libre competencia y el papel del Estado en el manejo de posición dominante.
334	El Estado y su papel en la dirección general de la economía.

LEYES Y DECRETOS

NÚMERO	TEMA RELACIONADO
Ley 1341 de 2009	Por la cual se definen Principios y conceptos sobre la sociedad de la información y la organización de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones -TIC-, se crea la Agencia Nacional del Espectro y se dictan otras disposiciones
Ley 1480 de 2011	Por medio de la cual se expide el Estatuto del Consumidor y se dictan otras disposiciones.
Decreto 4392 de 2010	Por el cual se reglamenta la selección objetiva y la asignación directa por continuidad del servicio de que tratan los artículos 11 y 72 de la Ley 1341 de 2009.



NÚMERO	TEMA RELACIONADO
Decreto 4169 de 2011	Por el cual se modifica la naturaleza jurídica de la Agencia Nacional del Espectro y se reasignan funciones entre ella y el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.
Decreto 2618 de 2012	Por el cual se modifica la estructura del Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones y se dictan otras disposiciones

RESOLUCIONES

NÚMERO	TEMA RELACIONADO
CRC 2062 de 2009	Por la cual se constata la posición dominante de COMCEL S.A. en el mercado relevante de telecomunicaciones denominado "Voz saliente móvil"
CRC 2152 de 2009	Por la cual se resuelve un recurso de reposición interpuesto por COMCEL S.A. contra la resolución 2062 de 2009.
CRC 3101 de 2011	Por medio de la cual se expide el régimen de acceso, uso e interconexión de redes de telecomunicaciones, y se dictan otras disposiciones.
Mintic 3263 de 2011	Por la cual se invita a manifestar interés para participar en el proceso para otorgar permisos para el uso de espectro radioeléctrico en las bandas 1.850 MHz a 1.990 MHz, 1.710 MHz a 1.755 MHz pareada con 2.110 MHz a 2.155 MHz y 2.500 MHz a 2.690 MHz.
CRC 1763 de 2007, 2354 de 2010, 3136 de 2011, 4001 de 2012, 4002 de 2012	Referente a regulación del mercado de comunicaciones móviles, en especial lo referente a cargo de acceso y uso de las redes móviles.
CRC 4050 de 2012	Por la cual se resuelve el recurso de reposición interpuesto por COMUNICACIÓN CELULAR S.A. COMCEL S.A. contra la Resolución CRC 4002 de 2012.
Mintic 449 de 2013 y modificatorias (818 de 2013, 987 de 2013, 1013 de 2013, 1212 de 2013).	Por la cual se establecen los requisitos y el procedimiento para otorgar permisos para el uso de hasta 225 MHz de espectro radioeléctrico en las bandas de 1.850 MHz a 1.990 MHz, 1.710 MHz a 1.755 MHz pareada con con 2.110 MHz a 2.155 MHz y 2.500 MHz a 2.690 MHz para la operación y prestación del servicio móvil terrestre
Mintic 1177 de 2010, 2623 de 2013, 2624 de 2013, 2625 de 2013, 2626 de 2013, 2627 de 2013 y modificatorias	Resoluciones particulares para cada asignatario de espectro 4G.

Lo invitamos a consultar en detalle esta normatividad de tipo general en las páginas Web de este Ministerio y de sus Entidades adscritas (www.mintic.gov.co, www.crcm.gov.co, www.ane.gov.co).

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22



Adicionalmente, algunos aspectos generales de la prestación del servicio de 4G están regidos por normatividad que expiden otras Entidades tales como la Superintendencia de Industria y Comercio, la Superintendencia de Sociedades.



No dude en contactarnos si necesita información adicional.

Atentamente,


GLORIA PATRICIA PERDOMO RANGEL.
 Subdirectora para la Industria de Comunicaciones.

Expediente: PQR 2015
 Anexo: Ninguno.
 CC: Ninguno.
 Elaboró: Iván Rosero – Subdirección de Industria de Comunicaciones Mintic (20-abr-2015).
 Revisó: Gloria Patricia Perdomo –Subdirectora para la Industria de Comunicaciones Mintic

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Apéndice C



Agencia Nacional del Espectro
Correspondencia Externa
 Radicado Externo: 18797
 Fecha: 2015-04-24 14:59:11
 Destinatario: JHON GUTIERREZ
 Folios: 1
 Anexos: SIN ANEXOS



Radicado ANE - 26119
Peticionario: Jhon Gutiérrez
Correo: jhonglop@gmail.com
Referencia: Respuesta Radicado ANE - 26119

Apreciado Peticionario,

La Agencia Nacional del Espectro (ANE) es una entidad del Estado Colombiano cuyo objeto es realizar la planeación atribución, vigilancia y control del Espectro Radioeléctrico en Colombia, así como brindar la asesoría técnica para la gestión eficiente del mismo y fomentar su conocimiento, en este sentido, su solicitud no está dentro del marco de competencia de la ANE.

Con relación su consulta remitida a nuestra entidad mediante correo electrónico y radicada con No. 26119, le informamos que nuestro plan de acción puede ser consultado y descargado de la página web www.ane.gov.co. Particularmente, en dicho documento la "Dimensión estratégica I: asignación de espectro para IMT" describe las metas y proyectos con relación al apoyo para la promoción de banda ancha en Colombia.

Cordialmente,

LUIS EDUARDO PEÑA REYES
 Subdirector de Gestión y Planeación Técnica del Espectro

Radicado ANE - 26119
 Elaboró: Fabian Herrera
 Revisó y Aprobó: Luis Eduardo Peña - Subdirector de Gestión y Planeación

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Apéndice D

Medellín, 13 de abril de 2015

Señor(a)
 JHON GUTIÉRREZ LÓPEZ
 jhonglop@gmail.com

Asunto: Respuesta a su Solicitud CUN No. 4331-15-0000765915

Respetado (a) Señor (a) Gutiérrez: Tigo, en su interés de mantener una comunicación clara y transparente con sus clientes, reitera la importancia que le da al escuchar y resolver todas sus solicitudes. Somos conscientes que estos espacios nos permiten buscar acciones de mejora para continuar prestando un servicio satisfactorio.

Hemos recibido su comunicación en nuestros canales virtuales de atención el día 24 de marzo de 2015 identificada en nuestro sistema de información con el número 4331-15-0000765915, en la cual solicita conocer bajo qué regulación nacional, estándares y recomendaciones internacionales se apoya Tigo Colombia para prestar su servicio de 4G en el país.

Dando respuesta a su requerimiento, nos permitimos indicarle que los servicios de telecomunicaciones que presta Colombia Móvil Colombia Móvil S.A E.S.P. bajo las tecnologías 2G, 3G y 4G se amparan en los contratos de concesión, los títulos habilitantes convergentes, así como los permisos de uso de espectro otorgados por El Ministerio De Telecomunicaciones.

Así mismo las condiciones de prestación de los servicios son los previstos en la regulación vigente, expedida por La Comisión de Regulación de Comunicaciones CRC, en el caso de datos la Resolución 4000 de 2012.

En Tigo, atendemos y aclaramos sus inquietudes, así mismo le invitamos a visitar nuestra página Web www.tigo.com.co y utilizar nuestro nuevo canal de servicio Tigo Chat.

“Señor usuario, dentro de los siguientes diez (10) días hábiles contados a partir de que usted tiene conocimiento de esta decisión, si lo elige, usted puede presentar recurso de reposición y en subsidio de apelación. Lo anterior, significa que usted puede presentar nuevamente una comunicación mediante la cual manifieste su inconformidad con la presente decisión, en los casos en que la misma le sea desfavorable total o parcialmente, con el fin de que volvamos a revisar su caso particular.

Igualmente, si así lo quiere, en el mismo momento que presente la comunicación antes mencionada, puede expresar su interés de que su caso sea revisado y resuelto de fondo por la autoridad de vigilancia y control, es decir, por la Superintendencia de Industria y

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Comercio –SIC-, en el evento en que la decisión frente a su petición o queja sea confirmada o modificada y nuevamente le sea desfavorable.

Tenga en cuenta que la comunicación referida, puede presentarla en forma verbal o escrita, a través de nuestras oficinas físicas de atención al usuario, nuestra página web, nuestra página de red social o a través de nuestra línea gratuita de atención al usuario”.

Le recordamos que nuestros canales de recepción de PQRs son los siguientes:

Todos los Centros de Servicio y Ventas, nuestra página web www.tigo.com.co, nuestra red social Facebook seleccionando la opción PQR en línea, a través de nuestra línea gratuita de atención al usuario, marcando desde tu móvil Tigo al *300 y desde un fijo a la línea gratuita 018003000000 o 118, o enviando un mensaje de texto con la palabra Queja al código 85432.

Cordialmente,

Ángela María Correa Garzón

Gerente de BackOffice

Vicepresidencia de Operaciones de Clientes

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Apéndice E

Señor (a)

JHON GUTIÉRREZ

Damos respuesta a su comunicación recibida en COMCEL S.A. el 24/03/2015, mediante la cual presenta su reclamación, indicando lo siguiente:

En atención a su solicitud de

1. Información contractual del servicio 4G para CLARO MOVIL.

Nos permitimos indicarle

1. Le informamos que esta solicitud no corresponde a un derecho de petición, queja o reclamo con referencia a una línea celular activada en COMCEL S.A. Ponemos de presente, que las únicas solicitudes que frente a COMCEL S.A. tienen la naturaleza de derecho de petición, son exclusivamente y por expresa disposición regulatoria, aquellas que presenten los usuarios o abonados en relación con su contrato de prestación del servicio de telefonía móvil celular de manera específica, circunstancia que no es la del caso, puesto que se trata de una solicitud general.

No obstante Si presenta dudas sobre la anterior información por favor comuníquese con nuestra línea de atención marcando desde un celular *611 ó desde una línea fija 018000341818/ 018000961818 y con gusto lo atenderán.

Esperamos haber atendido sus peticiones e inquietudes de manera satisfactoria.

Agradecemos nos brinde la oportunidad de atenderle con la calidad y excelencia que Usted se merece y le reiteramos nuestro compromiso de mejoramiento continuo para satisfacer las necesidades de nuestros usuarios.

"Señor usuario dentro de los siguientes diez (10) días hábiles contados a partir de que usted tiene conocimiento de esta decisión, si lo elige, usted puede presentar recurso de reposición y en subsidio de apelación. Lo anterior, significa que usted puede presentar nuevamente una comunicación mediante la cual manifieste su inconformidad con la presente decisión, en los casos en que la misma le sea desfavorable total o parcialmente, con el fin de que volvamos a revisar su caso particular.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Igualmente, si así lo quiere, en el mismo momento que presente la comunicación antes mencionada, puede expresar su interés de que su caso sea revisado y resuelto de fondo por la autoridad de vigilancia y control, es decir, por la Superintendencia de Industria y Comercio -SIC-, en el evento en que la decisión frente a su petición o queja sea confirmada modificada y nuevamente le sea desfavorable.

Tenga en cuenta, que la comunicación referida, puede presentarla en forma verbal o escrita, a través de nuestras oficinas físicas de atención al usuario, nuestra página Web, nuestra página red social o a través de nuestra línea gratuita de atención al usuario".

La autoridad de inspección, vigilancia y control en materia de protección de los derechos de los usuarios es la Superintendencia de Industria y Comercio:

Dirección: Cra 13 No. 27 - 00 piso 5, Bogotá
Línea Telefónica Nacional: (57) 01 8000 910165
Correo Electrónico: info@sic.gov.co

Servicio al Cliente COMCEL S.A.

La información contenida en este documento o en cualquiera de los anexos al mismo es de propiedad de COMCEL S.A y se entrega al destinatario sobre la base de que permanecerá estrictamente CONFIDENCIAL. Esta información no debe ser transmitida, utilizada, reproducida ni divulgada a otros, salvo con la autorización expresa de quien la origina. Al recibir y examinar este documento y los anexos al mismo, el destinatario se compromete a respetar los términos arriba establecidos.

Le agradecemos tener en cuenta que nuestra dirección de e-mail: respuestacliente@comcel.com.co tiene como finalidad enviar respuesta a su PQR de manera automática. Por lo anterior, le pedimos no responder ni enviar sus consultas por este medio. Para cualquier consulta puede utilizar los siguientes canales habilitados:

- Comunicarse al *611 desde su celular Claro (en Bogotá al 7441818) o comuníquese de manera gratuita al 018000341818.
- Ingrese a la Página Web: www.claro.com.co o en Facebook a "Comcel te escucha."
- Correo certificado: Calle 90 No. 14-37 Bogotá
- Via fax: 6283169
- Visite nuestros Centros de Atención y Ventas CAV'S y Centros de Pagos y Servicios (CPS'S) autorizados para la radicación de PQR's

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Para que puedas llenar tu vida de servicios Mi Claro es un Centro de Atención Virtual donde puedes realizar muchos trámites de tu línea móvil Pospago y Prepago, desde la comodidad de tu casa, oficina o desde donde prefieras. Puedes tramitar suscripción a Factura Electrónica, Cambio de Plan, Reposición de Equipo, consulta de Consumos y saldo, Suspensión y Reconexión por Robo y muchas cosas más. Ingresa a través de www.claro.com.co

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Apéndice F

Bogotá, 26 de Junio de 2015.
 CUN: 4433150005487838



Señor:
JHON

MOTIVO: SOLICITUD DE INFORMACION

Reciba un cordial saludo de Colombia Telecomunicaciones S.A. E.S.P. , En respuesta a su petición radicada a través de nuestra página web en la opción contáctenos, le informamos que bajo los radicado 173924 se emite respuesta con CUN4433150005470297.

En respuesta a su PETICION en la cual nos manifiesta " Quisiera conocer bajo qué regulación nacional, estándares y recomendaciones internacionales se apoya Movistar Colombia para prestar su servicio de 4G en el país. La solicitud se realiza por motivos académicos.Muchas gracias".

Teniendo en cuenta lo anterior le informamos que Colombia Telecomunicaciones S.A. ESP se rige por la normatividad y estándares emitidos por la comisión de regulación de comunicaciones (CRC), para la prestación del servicio 4G en el territorio nacional.

Sin embargo le confirmamos que las especificaciones técnicas, son información confidencial de la compañía por lo cual no se le emite esta información.

Esperamos le haya resultado útil esta información, recuerde que cualquier duda o aclaración con gusto será atendida en nuestras oficinas de servicio al cliente de la ciudad, o a través de las líneas de atención gratuita *611 desde su celular movistar, 186 desde su línea fija movistar, a nivel nacional 01 8000 361111 y 01 8000 930930

Cordialmente,

Jhon Alexander Romero Parra
Jefe Primera Instancia
Gerencia de Atención Escrita
Colombia Telecomunicaciones S.A. E.S.P.
 Elaboró: John Wilson Cano Avila

Fredy G.

FIRMA ESTUDIANTE _____

Guillermo

FIRMA ASESOR _____

FECHA ENTREGA: 2015-06-15

FIRMA COMITÉ TRABAJO DE GRADO DE LA FACULTAD _____

RECHAZADO ___ ACEPTADO ___ ACEPTADO CON MODIFICACIONES _____

ACTA NO. _____

FECHA ENTREGA: _____

FIRMA CONSEJO DE FACULTAD _____

ACTA NO. _____

FECHA ENTREGA: _____