

**“APOYO EN EL DISEÑO DE NUEVAS SOLUCIONES DE  
TRANSPORTE DE LA RED DE TIGO”**

**ACTIVIDADES DESARROLLADAS DURANTE LA PASANTÍA PROFESIONAL  
EN COLOMBIA MÓVIL S.A. E.S.P. (TIGO)**

**MAGDA CATALINA LÓPEZ JURADO**

**UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA**

**FACULTAD INGENIERÍA**

**INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

**FUSAGASUGÁ**

**2019**

**“APOYO EN EL DISEÑO DE NUEVAS SOLUCIONES DE  
TRANSPORTE DE LA RED DE TIGO”**

**ACTIVIDADES DESARROLLADAS DURANTE LA PASANTÍA PROFESIONAL  
EN COLOMBIA MÓVIL S.A. E.S.P. (TIGO)**

**MAGDA CATALINA LÓPEZ JURADO**

**Trabajo de grado en su modalidad pasantía presentado como requisito para  
optar por el título de:**

**Ingeniera Electrónica**

**EDWIN PALACIOS YEPES**

**Ingeniero Electrónico**

**Director interno pasantía – Universidad de Cundinamarca**

**ROBERTO PAZ**

**Ingeniero Electrónico – Líder de Red Microondas e Ingeniería Móvil**

**Director externo pasantía – Tigo**

**UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA**

**FACULTAD INGENIERÍA**

**INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

**FUSAGASUGÁ**

**2019**

Nota de aceptación:

---

---

---

---

---

---

---

---

Firma del presidente del jurado

---

Firma del jurado

---

Firma del jurado

Fusagasugá, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ del \_\_\_\_\_

## **AGRADECIMIENTOS**

---

A mis padres Bárbara Jurado y Francisco López, por apoyarme desde el día que escogí mi carrera y por acompañarme durante todo el camino que recorrí en ella.

A mi novio David Romero por apoyarme siempre y por creer en mí hasta cuando yo dudaba.

Al profesor Edwin Palacios, director de mi pasantía, quien con su asesoramiento y sus recomendaciones me permitió desarrollar mi práctica hasta su finalización.

A mi equipo de trabajo en Tigo:

Pedro Caviedes, Jesús Mera y Jorge Portilla, Ingenieros del área.

Daniel Cardona, asesor inicial de mi práctica y Roberto Paz, mi asesor final.

Sandra Prieto, Gerente de Transporte.

Quienes desde un principio me hicieron sentir a gusto y siempre mostraron completo interés en mi aprendizaje.

## GLOSARIO

---

**ANE** Agencia Nacional del Espectro, “es una entidad colombiana que brinda soporte técnico al Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MinTIC) en la planeación, atribución, vigilancia y control del espectro radioeléctrico en dicho país. Además, se encarga del desarrollo de planes, programas y políticas relacionadas con su ámbito de competencia y la formación de expertos”<sup>1</sup> (1).

**ATN** Serie de routers de acceso multiservicio pertenecientes a Huawei (2).

**Calidad de servicio** (QoS – *Quality of Service*), es la capacidad que tiene una red para proporcionar un mejor servicio, utilizando un conjunto de tecnologías que permiten priorizar el ancho de banda dependiendo de su aplicación para evitar congestiones (3).

**Canal radioeléctrico** “Par de frecuencias radioeléctricas discretas, una para transmisión y otra para recepción, o de una frecuencia para transmisión y recepción, según el modo de operación”<sup>2</sup> (4).

**CAPEX** Significa “gastos de capital”. En el caso de las redes de telecomunicaciones, es el capital representado en despliegue, es decir, instalación (5).

### **CNABF**

“Cuadro Nacional de Atribución de Bandas de Frecuencias, es un documento en el que está plasmado el cuadro de atribución de frecuencias, el cual permite que los diferentes servicios de radiocomunicación del país, operen en bandas de frecuencias definidas previamente para cada uno de ellos, con el fin de asegurar su operatividad, minimizar la probabilidad de interferencias objetables y permitir la coexistencia de servicios de telecomunicaciones dentro de una misma banda de frecuencias, cuando sea del caso. Por lo tanto, la asignación siempre debe coincidir con la atribución de este cuadro”<sup>3</sup> (6). Para mayor información, ver anexo B.

---

<sup>1</sup> BNAMERICAS. Agencia Nacional del Espectro. [En línea] [Citado el: 27 de mayo de 2019.] Disponible en Internet: <https://www.bnamericas.com/es/company-profile/agencia-nacional-del-espectro-ane>.

<sup>2</sup> MINTIC. Glosario. [En línea] [Citado el: 27 de mayo de 2019.] Disponible en Internet: <https://www.mintic.gov.co/portal/604/w3-propertyvalue-1051.html>

<sup>3</sup> MINTIC; GOBIERNO NACIONAL; ANE. CNABF. [En línea] [Citado el: 28 de mayo de 2019.] Documento PDF disponible en Internet: [http://cnabf.ane.gov.co/cnabf/index.php?option=com\\_k2&view=item&layout=item&id=5&Itemid=131&s=6EB5E22D14EF5B142E02DB5E87D6C50CA3C9BF6E](http://cnabf.ane.gov.co/cnabf/index.php?option=com_k2&view=item&layout=item&id=5&Itemid=131&s=6EB5E22D14EF5B142E02DB5E87D6C50CA3C9BF6E).

**Co-Tx** Configuración que permite que un eNodeB comparta puertos físicos y ancho de banda de transmisión para diferentes tecnologías. Puede ser 2G/3G, o 2G/3G/4G (7).

**E1** Formato de llamada de transmisión digital, que cuenta con 30 líneas de teléfono normales y 2 canales de señalización. Cada una de estas líneas tiene un ancho de banda de 64 Kbps, lo que significa que E1 consta de 2048 Kbps, es decir, 2Mbps (8).

**Enlaces 1+0** Configuración que se le da a los enlaces en la que el equipo o antena solo queda con una unidad interior y una exterior, es decir, una IDU y una ODU (9).

**Enlaces 1+1** Configuración en las que las antenas de los enlaces cuentan con dos ODUs conectadas a un mismo IDU, de tal forma que si el ODU principal falla, el segundo entra en funcionamiento y así el enlace no deja de funcionar (9).

**eNodeB** “Es el componente de la estación base de la red LTE que provee la cobertura para los usuarios de banda ancha móvil”<sup>4</sup> (10).

**Espectro radioeléctrico** “Es un recurso natural conformado por el conjunto de ondas electromagnéticas cuya frecuencia se fija convencionalmente por debajo de 3000 GHz, que se propagan por el espacio sin guía artificial. Es propiedad exclusiva del Estado y como tal constituye un bien de dominio público, inajenable e imprescriptible, cuya gestión, administración, vigilancia y control corresponden a la Agencia Nacional del Espectro de conformidad con las leyes y decretos vigentes”<sup>5</sup> (6).

**Estudio de ocupación de frecuencias** (FSS, del inglés Frequency Site Surveys), es un estudio realizado en el sitio donde se planea instalar una red inalámbrica, esto, con el fin de determinar la viabilidad de la instalación, el comportamiento completo de la frecuencia de radio, detectar presencia de señales interferentes, entre otros aspectos (11) (12).

**Fibra óptica** Medio de transmisión guiado empleado generalmente en redes de datos, el cual consta principalmente de un hilo muy fino de material transparente por el que viajan pulsos de luz que representan los datos a transmitir. Permiten enviar gran cantidad de datos a largas distancias y es inmune a interferencias electromagnéticas (13).

---

<sup>4</sup> MOTOROLA SOLUTIONS. NODO B MELHORADO (ENODEB). [En línea] [Citado el: 28 de mayo de 2019.] Disponible en Internet: [https://www.motorolasolutions.com/es\\_xl/productos/lte-broadband-systems/lte-mobile-broadband/enhanced-node-b.html](https://www.motorolasolutions.com/es_xl/productos/lte-broadband-systems/lte-mobile-broadband/enhanced-node-b.html).

<sup>5</sup> MINTIC; GOBIERNO NACIONAL; ANE. CNABF. [En línea] [Citado el: 28 de mayo de 2019.] Documento PDF disponible en Internet: [http://cnabf.ane.gov.co/cnabf/index.php?option=com\\_k2&view=item&layout=item&id=5&Itemid=131&s=6EB5E22D14EF5B142E02DB5E87D6C50CA3C9BF6E](http://cnabf.ane.gov.co/cnabf/index.php?option=com_k2&view=item&layout=item&id=5&Itemid=131&s=6EB5E22D14EF5B142E02DB5E87D6C50CA3C9BF6E). p.5

**Ley SOX** Fue creada con el fin de “proteger a los inversionistas, evitando que las corporaciones publiquen reportes financieros falsos”. Además, “reformó estrictamente las regulaciones de valores e impuso sanciones severas a quienes infrinjan la ley”<sup>6</sup>. Una de las exigencias de SOX es que las empresas deben mantener sus registros financieros durante largo tiempo (14).

**NBI** “Necesidad Básica Insatisfecha. La metodología de NBI busca determinar, con ayuda de algunos indicadores simples, si las necesidades básicas de la población se encuentran cubiertas”<sup>7</sup> (15).

**Nodo** “Es el elemento de red, ya sea de acceso o de conmutación, que permite recibir y reenrutar las comunicaciones”<sup>8</sup> (4).

**PSO** (Proceso de Selección Objetiva), “es el procedimiento llevado a cabo para otorgar permisos para el uso del espectro radioeléctrico en las bandas y rangos de frecuencias que se determinen en cada uno de los procesos, de acuerdo con los anexos técnicos que acompañen los actos administrativos de apertura”<sup>9</sup> (16).

**OPEX** Significa “gasto operativo”, y se refiere al coste de operación, administración y mantenimiento continuo de la red (5).

**RAN sharing** Estrategia utilizada por los operadores de telefonía móvil en la cual hacen compartición de red para reducir costos de OPEX y CAPEX. Puede darse en varios aspectos, como compartir infraestructura, sistemas radiantes y hasta capacidad de transmisión (17).

**SAP** SAP es un ERP, es decir, una “aplicación que integra en un único sistema todos los procesos de negocio de una empresa”, como su logística, recursos humanos, finanzas, entre otros, que, además “busca que todos los datos de la empresa estén disponibles todo el tiempo”<sup>10</sup> (18).

## **UIT**

“Unión Internacional de Telecomunicaciones, es una organización intergubernamental de la familia de las Naciones Unidas a cargo de la

---

<sup>6</sup> [https://techlandia.com/cumplimiento-sox-sobre\\_274507/](https://techlandia.com/cumplimiento-sox-sobre_274507/)

<sup>7</sup> DANE. Necesidades básicas insatisfechas (NBI). [En línea] [Citado el: 28 de mayo de 2019.] Disponible en Internet: <http://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/pobreza-y-condiciones-de-vida/necesidades-basicas-insatisfechas-nbi>.

<sup>8</sup> MINTIC. Glosario. [En línea] [Citado el: 27 de mayo de 2019.] Disponible en Internet: <https://www.mintic.gov.co/portal/604/w3-propertyvalue-1051.html>.

<sup>9</sup> MINTIC. Resolución 2118 del 15 de septiembre de 2011. [En línea] 2011. [Citado el: 29 de mayo de 2019.] Disponible en Internet: [https://www.mintic.gov.co/images/documentos/espectro\\_radioelectrico/seleccion\\_objetiva\\_espectro/resolucion\\_2118\\_de\\_2011\\_seleccion\\_objetiva\\_requisitos.pdf](https://www.mintic.gov.co/images/documentos/espectro_radioelectrico/seleccion_objetiva_espectro/resolucion_2118_de_2011_seleccion_objetiva_requisitos.pdf). p.2.

<sup>10</sup> GONZÁLEZ, David. Módulos de SAP ERP: MM, SD, FI, PP, PM. aprendesap. [En línea] 08 de junio de 2016. [Citado el: 28 de mayo de 2019.] Disponible en Internet: [https://aprendesap.com/blog/modulos-de-sap-erp-mm-sd-fi-pp-pm/?cli\\_action=1559449138.273](https://aprendesap.com/blog/modulos-de-sap-erp-mm-sd-fi-pp-pm/?cli_action=1559449138.273).

reglamentación, normalización y desarrollo de las telecomunicaciones en todo el mundo, lo que incluye la gestión internacional del espectro de frecuencias radioeléctricas y de la órbita de los satélites geoestacionarios.

La función de la UIT abarca tres sectores fundamentales: Radiocomunicaciones (UIT-R), Normalización (UIT-T) y Desarrollo (UIT-D), siendo las funciones ejecutivas correspondientes a los Estados Miembros que las ejercen en las conferencias, asambleas, las comisiones de estudio o el Consejo”<sup>11</sup> (19).

---

<sup>11</sup> ENACOM. Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT). [En línea] [Citado el: 29 de mayo de 2019.] Disponible en Internet: [https://www.enacom.gob.ar/union-internacional-de-telecomunicaciones--uit-\\_p36](https://www.enacom.gob.ar/union-internacional-de-telecomunicaciones--uit-_p36)



## RESUMEN

---

En este documento se da a conocer grosso modo algunas de las labores y circunstancias a las que debe enfrentarse en el día a día el área de Ingeniería de red de un operador, más específicamente, el área de Transporte de Tigo. Esto, experimentado personalmente por la autora quien laboró allí como practicante.

Para llevar a cabo dicha función, se le encomendaron diferentes actividades de acuerdo con las necesidades presentadas por los ingenieros del área. Se dio apoyo con la realización de formatos para gestionar diferentes trabajos en la red de fibra óptica, recopilación de documentación dirigida a MinTIC, diligenciamiento de base de datos de direccionamiento IP, diferentes análisis y reportes, y, algunas actividades adicionales. Para dichas actividades, se hace una breve descripción del contexto en el que deben ser realizadas, como se efectuaron y la importancia tanto de su ejecución como de no cometer errores.

Finalmente, se demuestra que, para la puesta en marcha de una red nacional, no solo basta con un diseño ingenieril; es necesario tener presente presupuestos, cobertura, costos, legalidades y demás condiciones que se deben cumplir para asegurar la efectividad que requiere el usuario.

La realización de este trabajo permitirá que tanto estudiantes como profesores de carreras a fin, obtengan un contexto diferente al manejado en el aula educativa, esto, teniendo en cuenta que siempre el mundo laboral será diferente al visualizado en clases académicas.

**Palabras clave:** telecomunicaciones, red de transporte, despliegue, fibra óptica, espectro radioeléctrico, MinTIC.

## ABSTRACT

---

In this document, some of the tasks and circumstances to which the operator's network engineering area must deal with day-to-day, more specifically, the Tigo Transportation area, are presented in a general manner. This, personally experienced by the author who worked there as a practitioner.

To carry out this function, different activities were entrusted to him according to the needs presented by the engineers of the area. Support was provided with the realization of formats to manage different works in the fiber optic network, compilation of documentation addressed to the Ministry of Communications and Transportation, filling of the IP addressing database, different analyzes and reports, and some additional activities. For these activities, a brief description is made of the context in which they should be carried out, how they were carried out and the importance of both their execution and not making mistakes.

Finally, it is shown that, for the start-up of a national network, not only an engineering design is enough; it is necessary to keep in mind budgets, coverage, costs, legalities and other conditions that must be met to ensure the effectiveness required by the user.

The accomplishment of this work will allow that both students and professors of races in order, obtain a context different from the one handled in the educational classroom, this, bearing in mind that always the labor world will be different from the one visualized in academic classes.

**Keywords:** telecommunications, transport network, rollout, fiber optics, spectrum, MinTIC.

## CONTENIDO

---

INTRODUCCIÓN .....	16
1. MARCO REFERENCIAL .....	17
1.1. Marco histórico de la compañía .....	17
1.1.1. Millicom .....	17
1.1.2. Colombia Móvil S.A.E.S.P.....	17
1.1.3. UNE EPM Telecomunicaciones .....	17
1.1.4. Tigo .....	17
1.1.4.1. Misión .....	18
1.1.4.2. Visión.....	18
1.1.4.3. Valores corporativos .....	18
2. MARCO LEGAL.....	19
2.1. Resolución 2118 de 2011.....	19
2.2. Resolución 2877 de 2011.....	19
2.3. Resolución 4734 de 2015.....	19
2.4. Resolución 162 de 2019.....	20
3. MARCO TEÓRICO .....	21
3.1. Red de Telecomunicaciones (móvil) .....	21
3.2. Bandas de frecuencia.....	22
3.3. Redes de telefonía móvil.....	23
4. FUNCIONES Y ACTIVIDADES REALIZADAS .....	26
4.1. APOYO EN LAS ACTIVIDADES DE DESPLIEGUE .....	28
4.1.1. Factibilidades .....	28
4.1.2. Pedido y ticket.....	29
4.1.3. Seguimiento al rollout (despliegue).....	35
4.2. TEGGESTION Y PROCESOS DE SOLICITUDES DE FRECUENCIA ....	37
4.2.1. TEGgestion.....	37
4.2.2. Procesos de solicitudes de frecuencia.....	39
4.3. BASE DE DATOS IP .....	41
4.4. ANÁLISIS Y REPORTES .....	45
4.4.1. Administración documentación para SAP .....	45

4.4.2.	RAN sharing Movistar .....	46
4.4.3.	Ahorro contraprestaciones 2019 .....	46
4.4.4.	Optimización pago MinTIC.....	47
4.4.5.	Planes de aumento de capacidades .....	48
4.5.	ACTIVIDADES ADICIONALES .....	49
4.5.1.	Capacitación nuevo practicante .....	49
4.5.2.	Capacitaciones y participación en proyectos .....	49
4.5.2.1.	Visita capacitación en NEC .....	49
4.5.2.2.	Festival Estéreo Picnic .....	49
4.5.2.3.	Responsabilización actividades soporte de TESSGestion.....	50
5.	CONCLUSIONES .....	51
6.	ANEXOS.....	52
A.	ANEXO: ESPECTRO RADIOELÉCTRICO.....	52
B.	ANEXO: CNABF – CUADRO NACIONAL DE ATRIBUCIÓN DE BANDAS DE FRECUENCIAS .....	54
7.	BIBLIOGRAFÍA.....	55

## ÍNDICE DE FIGURAS

---

Figura 1 - Logo Tigo .....	18
Figura 2 - Estructura red de telecomunicaciones. ....	22
Figura 3 - Evolución tecnologías de red móvil.....	24
Figura 4 - Interfaz solicitud de factibilidad, aplicativo Myse.....	29
Figura 5 - Interfaz elaboración de pedido, aplicativo ATCFenixUNE.....	30
Figura 6 - Continuación interfaz generación pedido. ....	31
Figura 7 - Interfaz elaboración de ticket, aplicativo Myse .....	32
Figura 8 - Interfaz solicitud pedido, aplicativo Smartflex. ....	33
Figura 9 - Continuación elaboración de pedido en Smartflex.....	34
Figura 10 - Interfaz solicitud instalación, aplicativo EDATEL Grandes Clientes. ....	35
Figura 11 - Interfaz TESGestion.....	38
Figura 12 - Segmentación de red en archivo Excel.....	42
Figura 13 - Interfaz inventario IP Centro. ....	43
Figura 14 - Interfaz inventario IP Costa.....	44
Figura 15 - Espectro electromagnético.....	52
Figura 16 - Espectro radioeléctrico.....	53

## ÍNDICE DE TABLAS

---

Tabla 1 - Bandas de frecuencia del espectro radioeléctrico.....	23
Tabla 2 - Actividades planteadas en cronograma. ....	27

## INTRODUCCIÓN

---

El trabajo a continuación descrito tiene como finalidad dar a conocer las funciones y actividades llevadas a cabo por la autora en su labor de practicante en el área de Transporte del operador Tigo, la cual fue realizada como trabajo de grado para optar por el título de Ingeniera Electrónica.

Teniendo en cuenta que la realización de la práctica es de libre escogencia, la autora decide realizar su práctica en el campo de las Telecomunicaciones a razón de ser uno de los más cambiantes actualmente y que, para a futuro mantenerse en dicho medio, es necesario comenzar una temprana incursión en este, pues es innegable que el mundo laboral es una realidad mucho más compleja que la visualizada desde el aula académica.

Para poder llevar a cabo todas las funciones, la practicante en todo momento recibió instrucción de cómo y para qué debían ser realizadas. Si durante su desarrollo surgían dudas o inconvenientes, inmediatamente preguntaba, bien fuera a los mismos ingenieros del área o de otros departamentos, incluso a personas de la sede de Medellín. En cuanto a reportes y análisis de información, siempre se procuró no solo entregar el resultado final sino también la documentación y los archivos que respaldaran lo desarrollado.

El documento se organiza de la siguiente manera: primero, se realiza una breve contextualización al lector en tres aspectos: un marco histórico de la compañía para dar una idea del lugar donde se laboró; un marco legal con algunas resoluciones que fueron tenidas en cuenta durante el desarrollo de la práctica; y, un marco teórico con determinados temas que son necesarios para comprender mejor el contenido del libro. En segundo lugar, se explica completamente las actividades realizadas durante la práctica. En cada una de ellas se da a conocer no solo qué se realizó sino también la importancia de su ejecución, a quienes involucraba directamente, el procedimiento antes y después de ser llevadas a cabo y el posible impacto de cometer errores. Tercero, se describen las conclusiones obtenidas a raíz del desempeño laboral ejercido en la compañía. Finalmente, se muestran algunos anexos informativos complementarios.

# 1. MARCO REFERENCIAL

---

## 1.1. Marco histórico de la compañía

### 1.1.1. Millicom

Millicom International Cellular S.A., conocida como Millicom, es una multinacional europea de servicios de telecomunicaciones fundada en 1990, que ofrece servicios en telefonía fija y móvil, televisión por cable e Internet, y su principal nicho de mercado se encuentra en África y América Latina, con sedes administrativas en Luxemburgo, Reino Unido y Estados Unidos. En el año 2004 nació su marca **Tigo** (20) (21) (22).

### 1.1.2. Colombia Móvil S.A.E.S.P.

Colombia Móvil fue una sociedad nacida en el 2003 entre EPM y ETB, creada para incursionar en la telefonía móvil. En ella, cada empresa era dueña en un 50% y entraron en el mercado con la marca OLA (23). Tras tres años de funcionamiento y debido a los bajos resultados frente a la competencia, en 2006 Colombia Móvil-OLA decidió hacerse con un socio mayoritario poniendo en venta el 50% + 1 acción. Millicom se hizo con la filial, quedando el resto de las acciones divididas por mitad entre EPM y ETB (24) (25).

En el mismo año de la venta, Millicom decidió no solo implementar su modelo de negocio en OLA sino también a partir del siguiente año, cambiarle el nombre a **Tigo**, su marca de telefonía móvil (26).

### 1.1.3. UNE EPM Telecomunicaciones

Empresas Públicas de Medellín, EPM, es un grupo empresarial de servicios públicos que en búsqueda de separar el servicio telefónico de los demás, en el año 2007 crea una nueva filial llamada UNE EPM Telecomunicaciones. En el año 2013, EPM y Millicom cerraron negociaciones de fusión de sus intereses de operaciones, representados en UNE EPM Telecomunicaciones y Colombia Móvil-Tigo (27) (28).

### 1.1.4. Tigo

En el mismo año 2013, ETB decidió vender su participación en Colombia Móvil-Tigo a EPM; de esta forma, la empresa fusionada se hizo dueña de la totalidad de Tigo (29), quedando disponible en el mercado bajo la marca TigoUne. Finalmente, a partir abril de 2019, TigoUne y sus filiales (Edatel y Orbitel Servicios



Internacionales), unificó su marca y sus servicios bajo el nombre **Tigo** (30), cuyo logo se muestra en la figura 1.

**Figura 1** - Logo Tigo



**Fuente:** [https://es.wikipedia.org/wiki/Tigo#/media/Archivo:Logo\\_Tigo.svg](https://es.wikipedia.org/wiki/Tigo#/media/Archivo:Logo_Tigo.svg) Logotipo oficial del operador de telefonía móvil Tigo.

#### **1.1.4.1. Misión**

Liderar la adopción del estilo de vida digital en Colombia.

#### **1.1.4.2. Visión**

Facilitar la construcción de una vida de prosperidad y bienestar.

#### **1.1.4.3. Valores corporativos**

Pasión, Confianza, Innovación, Integridad y Simplicidad (31).

## 2. MARCO LEGAL

---

### 2.1. Resolución 2118 de 2011

“Por la cual se establecen las condiciones, requisitos y se determina el trámite para otorgar permisos para el uso del espectro radioeléctrico por el procedimiento de Selección Objetiva”.

En esta se describen los requisitos que se deben cumplir para poder participar en el proceso, los documentos técnicos que se deben incluir y la documentación de carácter jurídico. Explica también el método de verificación de requisitos llevado por el Ministerio, así como el procedimiento general de la evaluación de las solicitudes y agnación de permisos. Por último, se muestran los formatos y cartas que deben presentarse.

### 2.2. Resolución 2877 de 2011

“Por la cual se modifican y derogan algunos artículos de la Resolución 290 del 26 de marzo de 2010 y se dictan otras disposiciones” en cuanto a la contraprestación por uso del espectro.

Aquí se explican aspectos de contraprestación que deben considerarse relacionado a los diferentes usos que puede tener el espectro. De igual forma habla de las formas de pago que existen y finalmente en los anexos, se muestra lo más importante: las fórmulas que se tienen en cuenta para obtener los valores de pago.

### 2.3. Resolución 4734 de 2015

“Por la cual se modifican las Resoluciones CRC 3067 y 3496 de 2011 y se dictan otras disposiciones”, en cuanto a las obligaciones de cobertura que tienen los operadores.

En la sección 5.3, modifica los indicadores de calidad para los servicios de telecomunicaciones, y entre otras disposiciones, indica que durante el mes, la disponibilidad de las estaciones base (EB), está determinada por la siguiente fórmula:

$$\%Disponibilidad EB = \left( 1 - \frac{\text{Tiempos total de indisponibilidad (min)}}{\text{Tiempos total del período (min)}} \right) * 100\%$$

De igual forma, advierte que el valor objetivo de la disponibilidad dependerá del municipio donde estén ubicadas las estaciones base, esto, de acuerdo a la

categorización por municipios que anualmente realiza la Contaduría General de la Nación. Así, las zonas se clasifican de la siguiente manera:

- **Zona 1:** municipios de Categoría Especial, Categoría Uno (1), Categoría Dos (2), Categoría tres (3) o Categoría cuatro (4), y por cada una de las divisiones administrativas de las capitales de departamento que posean una población mayor a quinientos mil (500.000) habitantes. Aquí, el promedio de disponibilidad mensual debe ser superior al 99,95%.
- **Zona 2:** los demás municipios que no fueron considerados en la Zona 1. En esta zona, la disponibilidad mensual debe ser mayor a 99,8%.

#### **2.4. Resolución 162 de 2019**

“Por la cual se declara abierto el **Proceso de Selección Objetiva Número 002 de 2019** cuyo objetivo es el otorgamiento de permisos para el uso del espectro radioeléctrico a nivel nacional en la banda SHF, en los segmentos atribuidos al servicio radioeléctrico fijo para su operación mediante enlaces de comunicación punto a punto, en el rango de **3.7 GHz a 23.6 GHz**, de conformidad con el Cuadro Nacional de Atribución de Bandas de Frecuencias - CNABF”.

Es esta resolución se resaltan aspectos importantes de los requisitos descritos en la Resolución 2118 de 2011, y lo más importante, el cronograma de recepción de documentación, verificación, notificaciones y demás.

Todas las resoluciones se encuentran adjuntas en el CD del presente documento en la carpeta llamada “Documentación anexa”

## 3. MARCO TEÓRICO

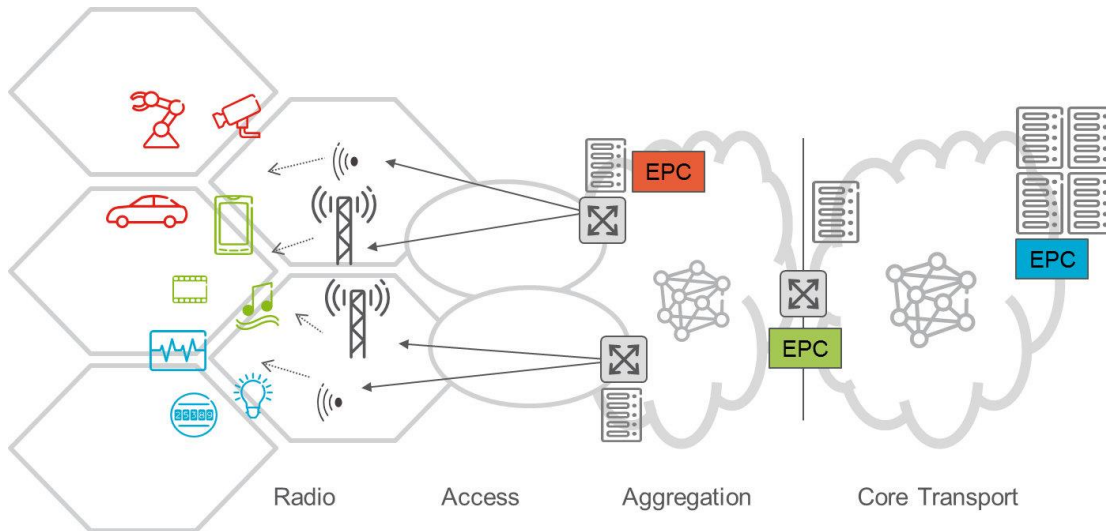
---

### 3.1. Red de Telecomunicaciones (móvil)

Una red de Telecomunicaciones es un sistema en el que interactúan medios de transmisión, tecnologías y protocolos para llevar a cabo el transporte de información, ofreciendo a los usuarios diversos servicios (32). Esta red está organizada en cuatro grandes bloques, los cuales están descritos a continuación y se muestra su estructura en la figura 2:

- **Core:** es el elemento central en una red de telecomunicaciones, el cual proporciona los servicios a los usuarios que estén conectados a la red de acceso. Su función clave es dirigir las llamadas telefónicas a través de la red telefónica conmutada (33).
- **Agregación:** es el tramo en el que convergen los tráficos de todos los usuarios y se permite el intercambio de datos entre ellos. Concentra el tráfico y minimiza el transporte de los mismos a través de redes muy complejas (34).
- **Red de acceso:** es el sistema existente entre la central local y el usuario. Permite que el tráfico de los usuarios pueda acceder al núcleo de la red a través de un enlace o comunicación entre su propio terminal de abonado y la red del servicio. Va desde el Punto de Terminal de Red (punto de conexión en los predios de abonado) hasta el nodo en donde se encuentra conectado el usuario. Pueden usar medios de transmisión guiados (cobre, fibra óptica, par trenzado) o medios o no guiados (radioenlaces) (4).
- **Radio base:** o estación base de telefonía móvil, es una estación de transmisión y recepción, ubicada en un sitio autorizado y que está conformada por un conjunto de antenas, equipos y circuitos eléctricos que permiten que los usuarios se conecten a la red (4) (35).
  - **EPC:** equipo o sistema que permite proporcionar voz y datos bajo un mismo subdominio en una red 4G LTE (36).

**Figura 2** - Estructura red de telecomunicaciones.



**Fuente:** <https://sdn.ieee.org/newsletter/september-2016/orchestration-and-control-solutions-in-5g> Network scenario indicating location of different nodes, and slices for different applications

### 3.2. Bandas de frecuencia

Según el CNABF:

“(…) el espectro radioeléctrico se subdivide en nueve bandas de frecuencias, las cuales se designan por números enteros y en orden creciente, de acuerdo con la tabla 1. Dado que la unidad de frecuencia es el hertzio (Hz), las frecuencias se expresan:

- En kilohertzios (kHz) hasta 3 000 kHz, inclusive;
- En megahertzios (MHz) por encima de 3 MHz hasta 3 000 MHz, inclusive;
- En gigahertzios (GHz) por encima de 3 GHz hasta 3 000 GHz, inclusive.”<sup>12</sup>

<sup>12</sup> MINTIC; GOBIERNO NACIONAL; ANE. CNABF. [En línea] [Citado el: 28 de mayo de 2019.] Documento PDF disponible en Internet: [http://cnabf.ane.gov.co/cnabf/index.php?option=com\\_k2&view=item&layout=item&id=5&Itemid=131&s=6EB5E22D14EF5B142E02DB5E87D6C50CA3C9BF6E](http://cnabf.ane.gov.co/cnabf/index.php?option=com_k2&view=item&layout=item&id=5&Itemid=131&s=6EB5E22D14EF5B142E02DB5E87D6C50CA3C9BF6E). p.27.

**Tabla 1** - Bandas de frecuencia del espectro radioeléctrico.

Número de la banda	Símbolo (en inglés)	Gama de frecuencias (excluido el límite inferior, pero incluido el superior)	Aplicaciones
4	VLF	3 a 30 kHz	Radionavegación, seguridad, emergencias
5	LF	30 a 300 kHz	
6	MF	300 a 3000 kHz	Radio AM, radioaficionados
7	HF	3 a 30 MHz	
8	VHF	30 a 300 MHz	Radio FM, TV, móviles
9	UHF	300 a 3000 MHz	
10	SHF	3 a 30 GHz	Radio FM, TV, móviles
11	EHF	30 a 300 GHz	Radioastronomía, investigación
12		300 a 3000 GHz	

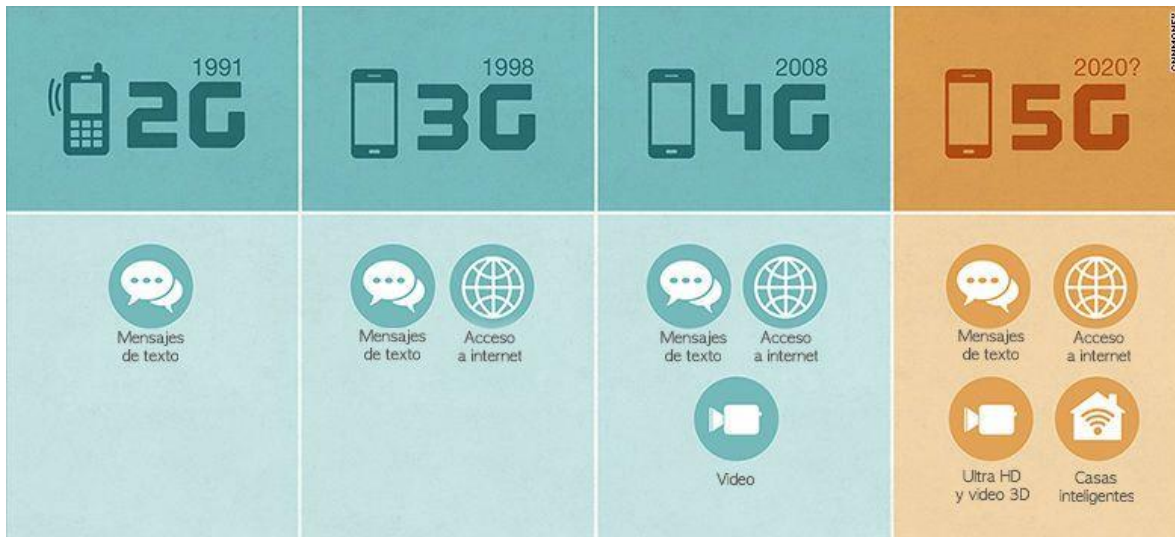
**Fuente:** Cuadro Nacional de Atribución de Bandas de Frecuencias, p.27. *Bandas de frecuencias y longitudes de onda.*

En el anexo A se muestra gráficamente las aplicaciones que se tienen para estas bandas y a su vez, la pertenencia completa del espectro radioeléctrico en el espectro electromagnético.

### 3.3. Redes de telefonía móvil

Los teléfonos móviles en su inicio solo se utilizaban para realizar llamadas, pero esto ha cambiado con el paso del tiempo, pues hoy en día estos teléfonos se hacen indispensables en el trabajo, video llamadas a larga distancia y hasta para el ocio. A continuación, en la figura 3 se muestra la evolución de las tecnologías de red:

Figura 3 - Evolución tecnologías de red móvil.



Fuente: <https://cnnespanol.cnn.com/2018/01/31/5g-que-es-como-funciona-que-cambia/>

- **Telefonía móvil analógica:**

Como se mencionó anteriormente, inicialmente la información se transportaba de manera analógica, es decir, a través de impulsos eléctricos. Si bien era un sistema de sencilla construcción, contaba con desventajas como altas interferencias, alto costo y consumo de energía, velocidades bajas. La tecnología que predominó en esta tecnología fue AMPS (*Advanced Mobile Phone System*) (37) (38).

- **Telefonía móvil digital: GSM**

Del inglés *Global System for Mobile communications*, creado en 1979, fue el primer Sistema celular de telefonía móvil, y es el más extendido actualmente en el mundo. En este la información es digital, es decir, viaja como “0’s” y “1’s” lógicos. Sus principales características son:

- Roaming: comunicación entre todas las redes GSM para aceptar temporalmente usuarios de otras redes.
- Handover: comunicación entre las BTS para que las llamadas no se corten con el desplazamiento.
- Red: al tener la máxima capacidad en una celda, es posible dividirla en celdas más pequeñas instalando más BTS (37).

- **Segunda generación: la red de datos (2G)**

Los sistemas 2G soportan mayores velocidades para voz, pero es limitada para datos. La alta aceptación de los SMS hizo que se modificara el estándar GSM al denominado GPRS (*General Packet Radio System*), para lograr manejar altas capacidades de mensajes. Dicha mejora en ocasiones es conocida como 2.5G (37) (38).

- **Tercera generación: la banda ancha móvil (3G)**

Los sistemas 3G permiten tener mayores velocidades y ancho de banda que las tecnologías anteriores. Así, se permite el envío de audio, video, acceso rápido a Internet y demás. Su tecnología es denominada UMTS (*Universal Mobile Telecommunications System*), y aquí, las antenas dejan de ser BTS para pasar a llamarse **nodos B** (37) (38).

- **Cuarta generación: 4G**

Corresponde a la tecnología LTE. Supera con creces a las tecnologías anteriores, pues alcanza hasta 100 Mbps de descarga en movimiento y 1Gbps en reposo, manteniendo una QoS alta que permite conexiones en cualquier lugar a bajo costo. Está totalmente basada en protocolo IP, lo que permite que, al trabajar con paquetes, el pago sea solo por el consumo. Esta tecnología permite ofrecer acceso a Internet y llamadas de voz mediante la tecnología VoLTE (Voz sobre LTE) (39).

- **Quinta generación: el futuro (5G)**

Es la tecnología del futuro, en la que muchos países están trabajando. Esta tecnología será capaz de alcanzar los 10Gbps y su latencia será menor (máxima de 4 ms), en comparación con 4G que alcanza a los 20 ms. Su gran ancho de banda permitirá mayor automatización en el Internet de las cosas, como transporte inteligente, mejora en instrumental médico, realidad virtual y drones en diferentes aplicaciones (40) (41).



## 4. FUNCIONES Y ACTIVIDADES REALIZADAS

---

La red de Transporte Tigo a nivel nacional está compuesta principalmente por radioenlaces de microondas e instalaciones de fibra óptica (en adelante FO); sin embargo, también cuenta con una pequeña parte de enlaces de red satelital y en ciertos tramos existe combinación de FO y radioenlaces. En todos los casos, dependiendo de la ubicación geográfica, las soluciones pueden ser suministradas propiamente por Tigo, o por terceros como Gilat (satelital para zonas con NBI, es decir, zonas con Necesidades Básicas Insatisfechas), ETB (algunas zonas de Bogotá), ETP (Pereira), EPM (algunas zonas de Bogotá y de Antioquia) y EDATEL (algunas zonas de la costa y de Noroccidente); estos tres últimos casos solo son considerados como terceros de forma legal, ya que operativamente hacen parte de Tigo.

No obstante, para el diseño de red y la implementación de nuevas soluciones tienen que considerarse muchos más aspectos. Por una parte, desde ingeniería ya debe contarse tanto con cifras exactas de presupuestos para capex y opex como con las cantidades y referencias definidas de equipos, ya que estos factores se verán reflejados en que la solución escogida (FO, radioenlace, satelital, etc.), es la más apropiada con respecto a eficiencia en cubrimiento de necesidades y, a ahorros de instalación y operación a corto, mediano y largo plazo.

De otro lado, también se debe tener clara la información pertinente en cuanto al direccionamiento IP, ya que, sin importar la clase de solución seleccionada, esta característica siempre será parte primordial de la red. Así mismo, es indispensable siempre tener en cuenta los reglamentos del Ministerio en relación al uso del espectro y las convocatorias para los procesos de asignación del mismo, pues su uso indebido o incumplir con las coberturas pactadas, acarrea multas económicas para la compañía.

Igualmente, y no menos importante, el área también debe responder por: las obligaciones impuestas por el MinTIC para cubrir necesidades en las zonas con alto índice NBI relacionadas a las comunicaciones, administrar los contratos con las demás empresas de Telecomunicaciones con las que se tengan convenios, hacer planes de optimización para mejorar la cobertura y ahorrar gastos, llevar a cabo los proyectos planteados para las diferentes ciudades, hacer cubrimiento de eventos como el Carnaval de Barranquilla y el Festival Estéreo Picnic, y, realización de reuniones y capacitaciones sobre diferentes temáticas.

Debido a la carga laboral y a la magnitud de la red, la administración de la misma está distribuida entre los diferentes ingenieros que componen el área de Transporte, que, al estar ubicados en las sedes de Medellín y Bogotá, cuentan con un practicante en cada ciudad. Dado que el practicante de Medellín es técnico y el de Bogotá Ingeniero, este último está a cargo de más actividades y de mayor complejidad.

En consideración con lo anterior, se destaca que las actividades desarrolladas por la practicante fueron llevadas a cabo según indicaciones y necesidades de la Gerencia de Planeación y Despliegue de Transporte en cualquiera de los mencionados medios de transmisión, principalmente en lo relacionado a las soluciones de FO y radioenlaces de las regiones de la Costa (Atlántico, Bolívar, Cesar, Córdoba, Guajira, Magdalena, Sucre) y Centro del país (Bogotá, Cundinamarca, Huila, Meta, Tolima), así como otras funciones.

Antes de describir cada una de las actividades realizadas, en la tabla 2 se mostrará en síntesis qué actividades fueron planteadas en el cronograma de actividades y su estado de cumplimiento.

**Tabla 2** - Actividades planteadas en cronograma.

ACTIVIDAD	CUMPLIMIENTO	OBSERVACIONES	ACTIVIDADES DE REEMPLAZO
Apoyo en las actividades de despliegue	SI	Realización de factibilidades, pedidos, tickets y seguimiento al rollout.	
TESGestion y procesos de solicitudes de frecuencia	SI	Realización de diferentes labores en TESGestion y apoyo en los procesos de solicitudes de frecuencia.	
Diseño de enlaces	NO	La actividad no se desarrolló puesto que por retrasos en proyectos anteriores, durante el tiempo de práctica no se realizaron optimizaciones.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Apoyo en los reportes de los proyectos atrasados.</li> <li>- Responsabilización de actividades de soporte de TESGestion.</li> </ul>
Laicon (base de datos interna)	NO	Durante la práctica no se asignaron labores relacionadas a dicha base de datos.	
Base de datos IP	SI	Corrección y actualización del direccionamiento IP para Costa y Bogotá.	
Actividades adicionales	SI	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Capacitación de nuevos practicantes, realización de manual y guía.</li> <li>- Elaboración de reportes</li> </ul>	

Fuente: elaboración propia.

## **4.1. APOYO EN LAS ACTIVIDADES DE DESPLIEGUE**

Tomando en cuenta que el despliegue de nuevas soluciones es un proceso compuesto por muchos elementos, dicha operación está constituida por varias etapas, todas igual de importantes y divididas en diferentes áreas de la compañía; así mismo, éstas tienen protocolos, documentos y validaciones que deben cumplirse a cabalidad.

### **4.1.1. Factibilidades**

En la red pueden llevarse a cabo diferentes actividades: instalación de nuevos sitios, modificación en la configuración de los ya existentes, ampliación de capacidades, desaprovechamiento de sitios que ya no se estén utilizando, traslado interno (cambio de piso o ubicación dentro de la misma edificación) y traslado externo (cambio de ubicación o dirección). En primera instancia, antes de realizar alguna de estas labores, debe evaluarse que esto sea posible en términos de viabilidad técnica (existencia del punto, recursos disponibles allí, cobertura de red, capacidad en anillo y demás); a este procedimiento se le denomina factibilidad, y es realizado cuando se planea que la solución sea FO.

Las factibilidades son solicitadas cuando se recibe un requerimiento proveniente desde el área comercial, ya que esto hace parte del plan comercial que manejan desde allí para todo el país. Razón por la cual, si bien desde allí se envía la petición, la información técnica y detallada del sitio, es manejada desde ingeniería, así que es en dicha área donde se consolidan los datos necesarios para que dicha factibilidad luego sea evaluada por otra área (Gerencia preventa – analistas factibilidad de acceso). Este trámite se realiza mediante un aplicativo llamado Myse y su interfaz se muestra en la figura 4.

Desde el área mencionada anteriormente, las factibilidades pueden ser respondidas como negativas o positivas. Si son negativas, se debe notificar al ingeniero, quien determinará si existe otro punto cercano donde deba ser evaluada de nuevo, o si recurrirá a cambio de solución o al uso de FO de un tercero. Si son positivas, se debe validar el costo y las especificaciones que ésta conlleva para garantizar que estén dentro del alcance requerido por la compañía, y luego, igualmente se le notifica al ingeniero para que proceda a solicitar oficialmente la realización del trabajo.

Figura 4 - Interfaz solicitud de factibilidad, aplicativo Myse.

**datos de la Factibilidad 237637 - Clonar Factibilidad**

Cliente	COLOMBIA MOVIL S.A.
Nit Cliente	8301149211
Segmento	Wholesale
Tamaño MIPYMES	GRANDE
Gerencia	WHOLESALE
Ejecutivo	Magda Catalina lopez Jurado

Nemonico	BOGCUNCOL
Contacto	PEDRO ALFONSO CAVIEDES PEREZ
Email Contacto	Pedro.Caviedes@TigoUne.com
Telefono Contacto	3003179700
Tipo Factibilidad	Nueva
Productos	Conectividad
Dirección Anterior	--

**Datos del acceso - Clonar Acceso**

Acceso	355180
Estado	Terminado
Sede	BOG_CALLE 122_CRA_18
Direccion de la Sede	4.70077 -74.04785
Municipio	BOGOTÁ, D.C.
Departamento	CUNDINAMARCA
Regional	Centro

Identificador	BOG1764
Ancho de banda	3G:100M 4G:300M Mbps
Medios	Fibra
Observaciones	Solicitud Factibilidad Rollout LTE AWS
Obra Civil	--
Destino	COLOMBIA MOVIL
Tipo Red	Propia

Fuente: elaboración propia.

#### 4.1.2. Pedido y ticket

Como se mencionó anteriormente, cuando el ingeniero recibe respuesta positiva de la factibilidad, él procede a realizar y enviar la orden de trabajo (en adelante OT), con la que oficialmente solicita la ejecución del trabajo.

Una OT es un archivo de Excel que contiene tanto las especificaciones de lo que se desea hacer en el sitio (capacidad, tecnología, puerto), como la información relacionada al mismo, es decir, su ubicación, observaciones de direccionamiento IP y demás.

Con dicha OT debe generarse un pedido y un ticket, los cuales serán aquellos formatos que permitirán iniciar procesos de instalación e implementación, no sin antes haber sido evaluados por otra área que verifiquen que la información diligenciada allí sea correcta, que tenga previa viabilidad positiva y que los datos entre los tres formatos coincidan.

El aplicativo donde se realizan los pedidos se llama ATCFenixUNE, cuya interfaz se muestra en la figura 5 y figura 6, y su información va dirigida al equipo implementador, es decir, aquellos que van a configurar los equipos con lo requerido. De igual forma, es el documento o respaldo que permitirá iniciar facturación.

Figura 5 - Interfaz elaboración de pedido, aplicativo ATCFenixUNE.

Atención Clientes - Usuario: MLOPEZJU(SUP\_SOL) - Ver.1.18.35 - MTS: NETVM-PMTS17 BD: FENIXUNE - [Pedidos 1

Archivo Pedidos Ver Ventana Ayuda Adición

Cliente Pedido Subpedido

Solici. Identificador Nuevo Ident. Concepto Fecha Estado  
**ACCESO(IN)** 1 ACCESO-4 ORDEN - Con Ordenes Generadas 2018-12-28 1

Tipo req. Estado Estado Sol. Obs.  
 Instalac. Orden Definido

Fecha Ingreso Hora Fecha Cita Hora  
 2018-11-14 06:08:21 2018-12-28 00:00

@ MLOPEZJU 14-nov-2018 08:24:34 --  
 Factibilidad:237637 -- Acceso:355180 -- SE  
 SOLICITA IMPLEMENTAR 1 INTERFAZ

Observ. Generales

Tipo Solicitud Aceptación Contrato Tipo liquidación Liquidó Plazo Porc. Plan \$  
 Nuevo No Completo Factura Liquidado 0 0

Legal Est. Técnico Tentativa Inst. Instalación Pago Liquidación Paso a fact. Cobro  
 2018-11-14 2018-12-28 2018-11-14 2018-11-14

ID	Característica	Valor
1	Identificador	ACCESO-41300
33	Tipo Tecnología	Fibra Óptica
34	Municipio Servicio	Bogota D.C.
35	Dirección Servicio	BOG1764.CALLE 122_CRA18
38	Página Servicio	900110000019121213
52	Permanencia del Servicio	Definitivo
90	Identificador Asociado	NUBE-0402
<b>130</b>	<b>Teléfono Servicio</b>	
<b>200</b>	<b>Identificación Equipo</b>	
204	Departamento	Distrito Capital De Bogota
298	Dias Contrato	Ninguno
347	Tipo Equipo	Tipo Equipo CPE
839	Modalidad Contrato	Negociado
895	Tipo Tercero	NINGUNO
922	Tipo Contrato	Un Año
<b>932</b>	<b>% Dcto en Mensualidad</b>	
960	Marca Equipo	DUMMY
982	Referencia Equipo	DUMMY
1070	Interfaz Cliente	10/100 BaseT
1077	Protocolo	Ethernet
2123	Sistema de Transmisión	D-CMOBOG1764-BOG

Fuente: elaboración propia.

**Figura 6** - Continuación interfaz generación pedido.

<b>26...</b>	<b>Fecha Permanencia mínima</b>	
2749	Tipo de Acceso	Metro(Huawei)
2787	Velocidad del Puerto	300Mbps
2846	% Dcto Conexión/Instalación	0
2931	Consecutivo Factibilidad	POSITIVA
2960	Plazo	Contado
3201	Nemotécnico Nube	NUBE-0402
3202	Nivel de la Nube/Acceso	2
3203	Nemotécnico del acceso	ACCESO-41300
3204	Nemotéc. Grupo Facturación	GRUPF-0398
<b>32...</b>	<b>Configuraciones adicionales</b>	
3208	Portador	N
3209	Velocidad Máxima del Puerto	300 Mb
3211	Valor Cargo fijo	1
4001	Equipo/Hostname	BOG-SBB01-H910-ENB-BOG1764-CMD
4002	Tipo Equipo	HUAWEI H910
4003	Anillo/Anillo Acceso	BOG_SBB_AAL007
4004	NSAP/Dirección de Gestión	10.51.11.37 - 10.51.211.37
4005	ISA-ES1/Dirección Red	10.31.11.170 - 10.31.11.173
<b>40...</b>	<b>Dirección Getway</b>	
<b>40...</b>	<b>VLAN Gestión</b>	
<b>40...</b>	<b>VLAN Existente</b>	
4009	Puerto Nodo Agregado	bog-sbb-s9303-02 GE1/0/42 - GE2/0/29
4010	Cable	BOG_SBB_AAL007 C 9901617000 H5-6
4011	Ubicación/Enlace	49.0001.0100.5101.1037.00
4358	Valor tarifa de conexión	0
4378	Indisponibilidad del Servicio	N
4379	Backup de Acceso	No
4380	Analizador de Protocolo	N
4382	Descripción del Acceso	BOG1764

**Fuente:** elaboración propia.

Los tickets, aparte de contener la misma información de la plataforma anterior, también contiene el número de la factibilidad que le corresponde, el número de pedido y el adjunto de la OT. A diferencia de los pedidos, los tickets van dirigidos al equipo de aseguramiento, es decir, quienes saben con exactitud qué cantidad de FO es necesaria y donde están los puntos de conexión, para así enviar a la cuadrilla al sitio. El trámite del ticket se realiza también en Myse y su interfaz es la mostrada en la figura 7.

Figura 7 - Interfaz elaboración de ticket, aplicativo Myse

**tigo** **MYSE 2.0**

### Solicitud de Instalación

Cliente \*  
8301149211 - COLOMBIA MOVIL S.A.

Contacto Cliente  
PEDRO ALFONSO CAVIEDES

Telefono Cliente \*  
4435165

Ejecutivo Comercial \*  
Magda Catalina lopez Jurado

Telefono Ejecutivo \*  
3178053546

Celular Ejecutivo

**368 - Conectividad**

Observaciones \*  
ACCESO-41300  
SE SOLICITA IMPLEMENTAR 1 INTERFAZ ETHERNET DE CIR 300 PIR 300 EN LA ESTACIÓN BOG1764.CALLE\_122\_CRA18 CON DESTINO MSC\_CASTELLANA  
CALLE 121 CARRERA 18D LIGHT POLE

Departamento \*  
CUNDINAMARCA

Ciudad \*  
BOGOTÁ, D.C.

Regional  
Centro

Tipo Red \*  
Propia

Tecnología \*  
Fibra

Ancho de Banda \*  
300

Unidad \*  
Mbps

Dirección \*  
CALLE 121 CARRERA 18D LIGHT POLE

Nombre de la Sede \*  
BOG1764.CALLE\_122\_CRA18

**FENIX**

Pedido  
132432848

Tipo Actividad \*  
Instalación

Documentos adjuntos  
OT-55608.xlsx

Fuente: elaboración propia.

En las labores que no son de instalación de sitio nuevo, es necesario que tanto para la factibilidad como para el pedido y el ticket, adicional a la información anterior, se tenga en cuenta también un archivo denominado Detalle de ingeniería, en el cual están consignados todos los servicios existentes en la red nacional y el identificador (en adelante, Acceso) que le corresponde. De esta forma, el Acceso asignado al servicio sobre el que se requiere realizar el trabajo, debe adjuntarse también en la información de las solicitudes, para que en implementación y aseguramiento no se cometan errores.

En relación a lo descrito con antelación sobre el uso de soluciones de terceros en determinadas zonas del país, las solicitudes hechas para ser cubiertas por FO de EDATEL debían realizarse en las plataformas propias de ellos, ya que en un principio era un tercero. En este caso, el pedido debía realizarse en un aplicativo llamado Smartflex, y el ticket en uno llamado Edatel Grandes Clientes, cuyas interfaces se muestran en la figura 8, figura 9 y figura 10. Como después EDATEL pasó a ser parte de Tigo y aún no se ha logrado la fusión de las plataformas, para que haya comunicación entre ellas, aparte de los trámites mencionados también debía hacerse el pedido en Myse.

Figura 8 - Interfaz solicitud pedido, aplicativo Smartflex.

**Solicitudes (69631079)**

**COLOMBIA MOVIL SA E S P - (1 - Activo)**  
 5 - NIT-8301149211 Segmento de mercado:120 - WHOLESALE HIGH  
 CL 11 #19-88 OLIMPICA LA FLOREZ Teléfono:57236811 carlosmario.martinez@tigo.com.co

[Cliente Corporativo>](#) [Clientes>](#)

**Solicitudes**

<b>Solicitud:</b>	69631079	<b>Solicitud Empresa:</b>	69631079
<b>Cliente:</b>	232684	<b>Fecha de Registro:</b>	miércoles, 27 de febrero de 2019 02:28
<b>Estado:</b>	14 - Atendido	<b>Fecha de Atención:</b>	miércoles, 27 de febrero de 2019 02:35
<b>Usuario:</b>	MLOPEZJU	<b>Plan Comercial:</b>	10202 - PORTADOR
<b>Observación:</b>		<b>Nombre de Contacto:</b>	COLOMBIA MOVIL S.A. E.S.P.
<b>Teléfono de Contacto:</b>	57236811	<b>Dirección de Cliente:</b>	CL 11 #19-88 OLIMPICA LA FLOREZ
<b>Suscripción en Trámite:</b>		<b>Vendedor:</b>	3189 - ESTEBAN RAMÍREZ GALLEG0
<b>Barrio de Cliente:</b>	Montería	<b>Productos Solicitados:</b>	
<b>Medio Recepción:</b>	1 - OFICINA SERVICIO AL CLIENTE	<b>Inicio de Provisionalidad:</b>	miércoles, 27 de febrero de 2019 02:28
<b>Estrato:</b>	1801 - TIPO A	<b>Fin de Provisionalidad:</b>	

**Motivos** Pagos Cupones Comentarios

Motivo	Producto	Estado	Fecha Inicial Proceso	Fecha Estimada Conexión	Fecha Asignación	Número de Servicio
20367158	100121 - Instalaci	11 - Atendido				

**Componentes del Motivo**

Componente	Tipo	Fecha Registro	Fecha Atención	Estado	Direccionalidad	Usuario	Clase de Servicio
45845839	7018 - Solucone	miércoles, 27 de febr	miércoles, 27 de febr	23 - Atendido	BI - Bidireccional	MLOPEZJU	-

Fuente: elaboración propia.



Figura 9 - Continuación elaboración de pedido en Smartflex

Consulta General De Motivos (morgm)

MOTIVO

- Instalación Producto de Solucior
  - Soluciones Integrales

**Motivo**    Otros Datos    Fechas y Flags

Código Motivo: 20367158    Sol. At. Cliente: 69631079

Tipo Prod-Motivo: 100121    Descripción: Instalación Producto de Solucione

Tipo Motivo: 8    Descripción: Instalación

Tipo Producto: 7103    Descripción: Soluciones Integrales

Nombre: COLOMBIA MOVIL S A E S P    Apellido: -

Tipo Identif.: 5    Descripción: NIT

Identificación: 8301149211

Contrato: 1384853    Número de Servicio:

Estado: 11    Descripción: Atendido    Prioridad: 100

Area Causante:    Descripción:    Producto: 2642220

**Actividad**

Tipo Actividad	Estado Actividad	Fecha Inicio Actividad

**Componente**

C. Componente	Tipo Componente	Tipo Motivo	Estado
45845839	7018 Soluciones Integrales	8 Instalación	23 Atendido

Cambios de Estado    Paquete    Activid. Motivo    Ordenes    Motivo Asociado    Datos Particulares    Direcciones    Info. Predio    Productos

Cliente    Figuración    Criterio por Actividades

Fuente: elaboración propia.

Figura 10 - Interfaz solicitud instalación, aplicativo EDATEL Grandes Clientes.

← → ↻ ⓘ No seguro | 190.248.10.203/principal.php?componente=detalle\_auditor&id=13204

Aplicaciones UNETE WIFI-TIGO MYSE Citrix XenApp Edatel Inventario de IP, VL... Catalogo DZ

### INFORMACION DEL TRAMITE (OT 55799)

Cliente:	COLOMBIA MOVIL S.A.	Fecha de registro:	2019-02-27 15:38:31
Contacto:	0	Direccion:	CALLE 53 NO.12 - 36
Telefono:	0	Celular:	0
Producto:		Tipo cliente:	Wholesale
Servicio:	DATOS	BW:	150 Mbps
Operador:	UNE	Factibilidad:	<a href="#">Ver informacion</a>
Estado en el sistema:	<b>Pte. Gestionar</b>	Tipo de tramite:	Instalacion
Zona - Municipio:	CORDOBA - Monteria	Fecha real de gestion	2019-02-26
Oficina del cliente:	MON8104	Mayor Valor en derechos de conexión:	0
CORE:	EDA-MON-R01	Protocolo:	IP
Información Interfaz CORE:	PENDIENTE GAC	IP WAN Remoto:	PENDIENTE GAC
Tecnología de Acceso:	ETHERNET	Nodo de Acceso:	ELU 8
Medio de Acceso:	FIBRA	Interfaz de Entrega:	ETHERNET
Solicitud Smartflex:	69631079	Consultor:	ESTEBAN RAMIREZ
Cantidad Fibra:	950	Auditor	Johnny Estrada
Ingeniería de detalle:	<a href="#">Descargar</a>	Acta del tramite:	
Observacion inicial:	Product ID: 2642220 Ticket Myse: ID 70931 Factibilidad: 382855 – SE SOLICITA IMPLEMENTAR UNA INTERFAZ GE CIR150PIR200 EN LA ESTACION MON8104.CASTELLANA_VI CON DESTINO MON0004.ZONA_SUR		

**Información de aprovisionamiento**

Recursos solicitados:	Si	Puertos de acceso:	GigabitEthernet1/0/6
Equipo acceso nodo:	SW-ACC-01-ELUS-MON	Tramite de permisos:	
Fecha programada:	0000-00-00	Estado del tramite:	

Configuracion: Si  
Ingeniería detalle: Si  
Envío ODI:

**Equipos Instalados**

	Descripcion	Codigo JDE	Codigo SAP
<a href="#">Mostrar chat</a>			

Fuente: elaboración propia.

#### 4.1.3. Seguimiento al rollout (despliegue)

Al realizar estos trámites, las plataformas arrojarán números o identificativos (ID), los cuales deben ser enviados mediante correo al ingeniero, al grupo implementador y a las demás personas relacionadas al proyecto para notificarles que la labor ya puede continuar con su proceso.

De todo lo realizado relacionado al rollout, debe llevarse control mediante un archivo que sea de fácil diligenciamiento y consulta, en el cual deben estar diligenciados los datos principales, como el nemotécnico del lugar, los ID, el número de la OT y demás información que permita hacer seguimiento de su estado.

Por otro lado, regularmente se debe comparar dicho archivo con otros en los que están planteados planes de optimización, migración de tecnologías o de FO de terceros a FO propia, finalizaciones de contratos, proyectos, entre otros donde debe verse reflejado el trabajo de rollout que se está desarrollando. Cualquier inconsistencia se discute en reuniones, pues estas podrían verse reflejadas en gastos de OPEX de sitios que podrían ya no estar en funcionamiento.

Durante el tiempo de práctica se realizaron los mencionados trámites principalmente para las zonas de Costa y Centro. No obstante, también se trabajó las demás zonas del país en el transcurso de la salida del practicante de Medellín y el empalme y capacitación del entrante.

## **4.2. TEGESTION Y PROCESOS DE SOLICITUDES DE FRECUENCIA**

TESGestion es utilizado por el área día a día para todo lo relacionado a la red, pues no solo plasma los enlaces de microondas sino también las demás soluciones, razón por la cual debe estar en constante actualización en cuanto a la información cargada allí, pues al igual que en las actividades descritas anteriormente, lo reflejado aquí también debe coincidir con los planes y proyectos que tiene el área.

### **4.2.1. TEGestion**

TESGestion es un software desarrollado por una empresa llamada TESAmerica, y contiene toda la información referente a la red Tigo en el país, cuya interfaz se muestra en la figura 11, en la cual puede observarse un cuadro de convenciones que indica la capacidad de los enlaces en E1 y la importancia de los sitios en cuanto al tráfico que pasa por ellos. En cuanto a la red y todas las soluciones existentes, permite consultar su información técnica y geográfica, las actas de instalación, el proveedor, si ha tenido modificaciones, y en el caso de los enlaces, notifica si ya hacen parte de legalizaciones radicadas. Por otro lado, la plataforma también permite la consulta de las antenas, las torres y los equipos instalados, así como de la información de radioenlaces existente ante el Ministerio; de igual forma, es donde los ingenieros generan las OT.

El software está desarrollado según las necesidades de Tigo. Por esto, las mejoras o cambios que Tigo solicite deben ser verificados tanto en su correcto funcionamiento como en la no afectación de los módulos ya existentes, razón por la cual se debe ejecutar y diligenciar el protocolo de preliberación, el cual es un documento que contiene las pruebas necesarias para validar que el desarrollador haya cumplido con lo requerido.

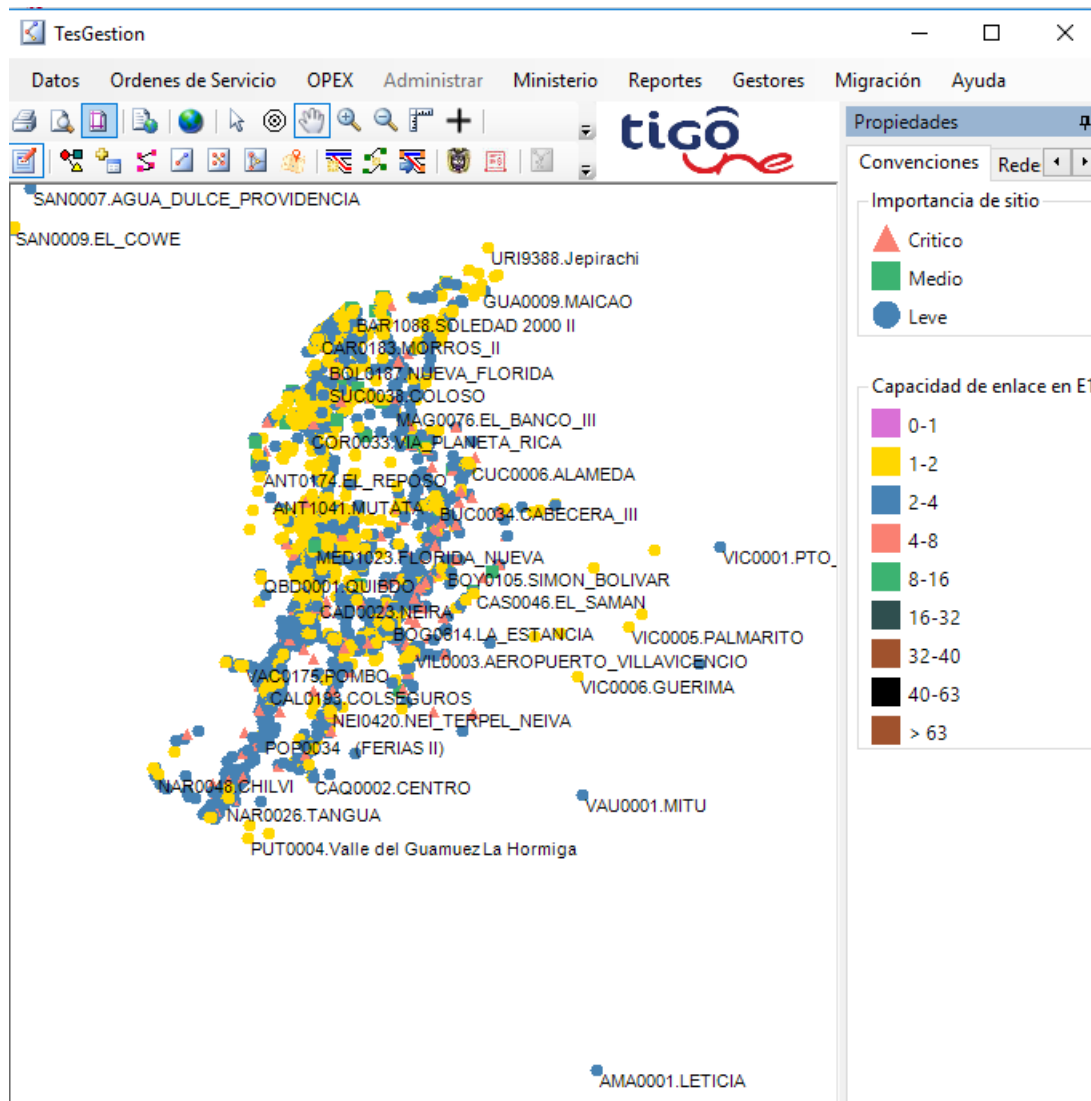
Al ser un software que utiliza conexión a internet, un cambio o modificación de información realizado en él, afectará a todos aquellos que lo emplean, por lo tanto, con el fin de evitar errores tanto al implementar mejoras como al realizar las pruebas, el protocolo se ejecuta sobre una versión de preliberación que el mismo desarrollador entrega a la persona encargada de llevarlo a cabo, es decir, el practicante. Una vez se ha completado y confirmado que todos los módulos funcionan óptimamente, se procede a hacer la liberación oficial de la nueva versión del software.

En el tiempo de práctica, se realizaron aproximadamente cuatro liberaciones nuevas, en las cuales se incluían modificaciones en: el módulo de Ethernet para permitir la documentación de las interfaces de Eth-trunk; la herramienta de carga de rutas de microondas para que analice y muestre la cantidad de sitios o nodos que se ven afectados por los mismos; un módulo que muestre las

actualizaciones semanales de los tráficos por cada nodo, proyecciones de tráfico y sugerencias de los cambios que deberían tener los enlaces para cumplir con posibles cambios en sus capacidades.

El día de la preliberación y posterior liberación, el desarrollador está presente para la consulta de dudas y también para ir resolviendo errores a medida que se vayan presentando. En el documento respaldo del protocolo, queda notificado aquello que se deba mejorar para versiones futuras.

Figura 11 - Interfaz TESGestion.



Fuente: elaboración propia.

#### **4.2.2. Procesos de solicitudes de frecuencia**

Basados en la Resolución 2118 del 15 de septiembre de 2011 mencionada con anterioridad, el área de transporte reúne todas las cartas, formatos y documentación tanto jurídica como técnica requerida para el PSO (Proceso de Selección Objetiva) en la banda SHF, en los rangos 3.7GHz a 29.5GHz.

Dado que en éste participan todos los Proveedores de Redes y Servicios de Telecomunicaciones (PRST) del país, el proceso es complejo. Es por esta razón que, con el fin de agilizarlo, aproximadamente un mes antes se realiza una convocatoria llamada Solicitud de Interés, en la cual se presenta la misma información que para un PSO, y así ya se logra reservar frecuencias. Existen tres tipos de solicitudes en los PSO:

- Adición de nuevas redes.
- Modificación de redes existentes.
- Eliminación de redes que ya no se deseen conservar.

Para el diseño de estos enlaces es importante ir de la mano del CNABF, pues la asignación del espectro se da conforme al mismo. En este punto, hay que tener en cuenta que el espectro asignado para comunicar dos sitios es una red, la cual puede estar conformada por varios enlaces. Por ejemplo, a una red de 28 MHz que esté canalizada con la tabla 42 del CNABF (banda de 7GHz), le correspondería utilizar dos canales, pues cada uno tiene un ancho de banda de 14 MHz; de esta forma se completarían los 28MHz requeridos. Los canales deben ser continuos, es decir: 1 y 2, 3 y 4, y así sucesivamente; los seleccionados por diseño dependerán de cuales estén disponibles según simulación.

Aunque los enlaces tengan correcto diseño de acuerdo al CNABF, hay que tener en cuenta que éstos aún tienen la posibilidad de coincidir con enlaces ya existentes, razón por la que la solicitud también puede ser negada. Con el propósito de evitar esto, se pueden hacer simulaciones en la herramienta en línea de la ANE, en la cual se puede verificar que el enlace de interés no sea interferente (que interfiera en alguno existente) o interferido (que los existentes interfieran en él); cabe destacar que compara con todos los enlaces de los demás PRST, pero no muestra a quienes corresponde.

Adicional, Tigo recurre a la realización de estudios de ocupación de frecuencia (FSS - Frequency Site Survey) mediante TESAmerica, quienes entregan el documento con todas las mediciones hechas en campo que sustentan que en enlace de interés está disponible.

Para cualquiera de las solicitudes manifestadas en el PSO se debe incluir toda la documentación que demanda el Ministerio, los cuales son: formato de solicitud de interés, descripción de redes e información técnica de equipos, además de documentos legales de los cuales se encarga el departamento de jurídica.

Los formatos de solicitud de interés y la descripción de redes son archivos de Excel que son obtenidos de TESSGestion, pues el software tiene un módulo especial para estos procesos. En él, se crean las legalizaciones (adiciones, modificaciones y eliminaciones), se agregan los enlaces según corresponda y se descargan los mencionados formatos. En ellos se ven reflejados los parámetros de diseño utilizados para los enlaces, los cuales son:

- Sitios del enlace.
- Ubicación catastral y en coordenadas.
- Potencias, frecuencias, ancho de banda, ganancias y polarización.

En adición, por cada enlace deben incluirse tres alternativas.

El Ministerio en su página web pone a disposición de los PRST unos validadores o macros que sirven para identificar errores básicos, como lo son incongruencias con el CNABF, incoherencia en coordenadas o alturas atípicas en las antenas; los formatos deben pasar en limpio estos validadores antes radicar.

Con relación a la información técnica de los equipos, se incluyen los manuales de los radios y de las antenas a utilizar. De igual manera, se adjuntan las simulaciones y los FSS realizados. Finalmente, toda la documentación debe radicarse tanto de manera física como digital (CD).

En el tiempo de práctica se presentó el PSO N°002 de 2019 en el mes de enero, para lo cual se comenzó con su planeación desde diciembre de 2018, con la participación en la solicitud de interés. Se hicieron reuniones en las que se evaluó el estado de todos los enlaces del país, si eran necesarios o no, y así mismo se hizo especial énfasis en que las adiciones fueran realmente necesarias, esto, recordando que el uso del espectro trae consigo una alta contraprestación y que, de igual forma, las eliminaciones representan ahorro.

Aproximadamente un mes después, MinTIC envió a la empresa el cuadro técnico, el cual es un documento de aproximadamente 730 hojas donde se muestran los enlaces aprobados con sus respectivas características. Éste debe compararse con lo solicitado para que, en caso de inconsistencias, se envíe la

notificación a MinTIC. Finalmente, con la aprobación en estado óptimo, es posible comenzar procesos de instalación de enlaces.

### **4.3. BASE DE DATOS IP**

Como se mencionó anteriormente, independiente del tipo de solución presente en algún sitio, la base primordial de la red nacional es su direccionamiento IP, pues es quien permite la comunicación completa entre sitios, routers, switches y demás. Dado que en el manejo de una red tan grande se debe impedir deficiencia en el tiempo de comunicación y degradación en la calidad de esta, mediante el uso de una red MPLS se evita el análisis de cada paquete para determinar sus saltos hasta llegar a su destino, ya que su metodología de etiquetado de los paquetes disminuye considerablemente el procesamiento en los dispositivos de networking al tener rutas predeterminadas que se usan dependiendo las etiquetas.

En el diseño de la red no solo se tuvo en cuenta lo anterior, sino también la composición completa de la misma, pues Tigo hace RAN sharing con otros operadores; con ETB comparte pago del espectro y con Telefónica (Movistar) comparte despliegue, es decir, donde Tigo tenga despliegue, también hay servicio Telefónica, y viceversa. Por esto, al realizar el diseño de direccionamiento, también se tuvo en cuenta el que le corresponde a Telefónica para su servicio.

La segmentación de la red inicialmente se hizo en un archivo de Excel, de cual se muestra parte de su composición en la figura 12, pero con el tiempo este fue creciendo y se hizo inmanejable, a tal punto que comenzó a tener errores. A razón de esto, la compañía recurrió a una herramienta en línea que permite manipular el direccionamiento de una manera más eficaz, tanto para consulta como para su diligenciamiento. En dicha herramienta es posible crear carpetas, redes, subredes y agregar información más detallada de cada sitio.





Figura 13 - Interfaz inventario IP Centro.

Inventario de IP, VLAN, VRF		
IPv6 ISPI/AP - IPv6 MPLS IPv6 DC IPv6 Movil Rad ISPI/AP - CMTS - BAFO - I. Dedicado - egesti EDATEL ETP egestionB2B CDN - MSAN		
Descripción de subred	Subred	
CORE MÓVIL 4G BOGOTA	10.106.0.0/19	
Anillo 1 VLAN 500 IRU ETB	10.106.32.0/27	
Anillo 2 VLAN 501 IRU ETB	10.106.32.32/27	
Anillo 3 VLAN 502 IRU ETB	10.106.32.64/27	
Anillo 4 VLAN 503 IRU ETB	10.106.32.96/27	
Anillo 5 VLAN 504 IRU ETB	10.106.32.128/27	
Anillo 6 VLAN 505 IRU ETB	10.106.32.160/27	
Anillo 7 VLAN 506 IRU ETB	10.106.32.192/27	
Anillo 8 VLAN 507 IRU ETB	10.106.32.224/27	
Anillo 9 VLAN 508 IRU ETB	10.106.33.0/27	
Anillo 10 VLAN 509 IRU ETB	10.106.33.32/27	
Anillo 1 VLAN 500 IRU ETB (10.106.32.0/27) tiene 9 subredes direct		
VLAN	Descripción de subred	Subred
	BOG0021 Servicio 4G TIGO	10.106.32.0/30
	+ Espacio libre	10.106.32.4 - 10.106.32.4 ( 1 )
	S1 BOG0021	10.106.32.5/32
	X2 BOG0021	10.106.32.6/32
	+ Espacio libre	10.106.32.7 - 10.106.32.7 ( 1 )
	BOG0012 Servicio 4G TIGO	10.106.32.8/30
	+ Espacio libre	10.106.32.12 - 10.106.32.12 ( 1 )
	S1 BOG0012	10.106.32.13/32
	X2 BOG0012	10.106.32.14/32
TODAS las IP incluidas en TODAS las subredes anidadas		
Dirección IP v	Nombre de host	Descripción
10.106.32.1	BOG0021	BOG0021 IP Física ATN d
10.106.32.2	BOG0021	BOG0021 IP Física Enod
		10.106.32.3 - 10.106.32.8 (6)
10.106.32.9	BOG0012	BOG0012 IP Física ATN d
10.106.32.10	BOG0012	BOG0012 IP Física Enod
		10.106.32.11 - 10.106.32.16 (6)
10.106.32.17	BOG0011	BOG0011 IP Física ATN d
10.106.32.18	BOG0011	BOG0011 IP Física Enod

Fuente: elaboración propia.


Figura 14 - Interfaz inventario IP Costa

## Inventario de IP, VLAN, VRF

IPv6 ISPI/AP - IPv6 MPLS IPv6 DC IPv6 Movil Red ISPI/AP - CMTS - BAFO - I. Dedicado - egesti

EDATEL ETP egestionB2B CDN - MSAN

**Detalles de carpeta**

Jerarquia: 4G LTE - 1900 / Regional Costa  
 Nombre de carpeta: Regional Costa  
 Permisos: Lectura / Escritura / Administración  
 Acciones:      

Regional Costa tiene 16 carpetas directamente anidadas:

- Barranquilla - LTE 1900 Barranquilla y Atlántico
- Sincelejo - 3G CoTx over LTE
- Cartagena - LTE 1900 Cartagena
- Santa Marta - LTE 1900 Magdalena
- Valledupar - LTE 1900 Cesar y Guajira
- Montería - LTE 1900 Córdoba
- Riohacha - LTE 1900 Guajira
- Sincelejo - LTE 1900 Sucre
- Barranquilla - 3G CoTx over LTE Barranquilla y Atlántico
- Cartagena - 3G CoTx over LTE
- Montería - 3G CoTx over LTE
- Riohacha - 3G CoTx over LTE
- Valledupar - 3G CoTx over LTE
- Santa Marta - 3G CoTx over LTE

Barranquilla - LTE 1900 Barranquilla y Atlántico tiene 496 subredes directam

VLAN	Descripción de subred	Subred
	ANILLO 1 VLAN 1300	10.29.64.0/28
	ANILLO 2 VLAN 1301	10.29.64.16/28
	ANILLO 3 VLAN 1302	10.29.64.32/28
	ANILLO 4 VLAN 1303	10.29.64.48/28
	ANILLO 5 VLAN 1304	10.29.64.64/28
	ANILLO 6 VLAN 1305	10.29.64.80/28
	ANILLO 7 VLAN 1306	10.29.64.96/28
	ANILLO 8 VLAN 1307	10.29.64.112/28
	ANILLO 9 VLAN 1308	10.29.64.128/28
	ANILLO 10 VLAN 1309	10.29.64.144/28

ANILLO 1 VLAN 1300 (10.29.64.0/28) tiene 2 subredes directamente anidadas:

VLAN	Descripción de subred	Subred
	IP FÍSICA	10.29.64.0/29
	IP LÓGICA	10.29.64.8/29

TODAS las IP incluidas en TODAS las subredes anidadas

Dirección IP ~	Nombre de host	Descripción	Dispositiv
	10.29.64.1 - 10.29.64.3 (3)		
10.29.64.4	MAG0020	ENODEB	
	10.29.64.5 - 10.29.64.8 (4)		
10.29.64.9	MAG0020	S1	
10.29.64.10	MAG0020	X2	

Fuente: elaboración propia.

#### **4.4. ANÁLISIS Y REPORTES**

En vista de que el área de Transporte maneja muchos proyectos, planes de optimización, información de terceros, entre otras cosas, todo lo relacionado a esto está planteado en archivos y bases de datos disponibles para que toda el área pueda acceder a ellos con el fin de verificar el progreso de estos. De igual forma, mensualmente se realiza comité del área para revisarlos, evaluar retrasos, inconsistencias y dar reporte tanto a Millicom como a otras áreas complementarias que constantemente piden consultas para ser entregadas en corto tiempo. Todas las bases de datos deben estar actualizadas y correctamente diligenciadas puesto que éstas representan dinero para la compañía, motivo por el que los errores son considerados graves. Durante la práctica se realizaron varios informes, entre ellos los siguientes:

##### **4.4.1. Administración documentación para SAP**

Para enero de 2019, Tigo tenía planeado comenzar a cotizar en la bolsa de New York, Nasdaq. Para esto, como requisito, Nasdaq da a la compañía un plazo de nueve meses (hasta septiembre) para que estén certificados en SOX. Las empresas en lugar de incurrir en costos altos para evidenciar el cumplimiento de la Ley SOX optan por la adquisición de un sistema ERP que realice estos procesos con mayor eficacia. Tigo optó por SAP y aunque ya manejaban el módulo FI (financiero), realizaron también la obtención del módulo MM (Materials Manegement).

Los contratos con los terceros y el pago del espectro se manejaban mediante el módulo FI, pero a fin de organizar correctamente la información, debían pasar a MM, lo que significa que sus formatos también debían cambiar, para lo cual la practicante realizó varios trámites.

En primer lugar, debían crearse en SAP todos los contratos. Para esto, se envió a Compras un archivo de Excel que contenía toda la información referente al mismo, como: administrador y datos personales, número de contrato, valor, fechas de inicio y finalización, concepto y cliente, entre otros. Aparte, también se cargó en un drive todos los contratos y sus modificatorios.

Luego, se creó la solicitud de pedido (solpedido) de cada uno. En estos formatos, se realizó una petición formal del dinero necesitado por cada cuenta contable y se envió a Compras junto con una solicitud oficial de liberación del mismo para así obtener un número de Orden de Compra (PO).

Con dicho número se creó el formato de PO y de igual forma se envió a Compras, para que finalmente liberen de nuevo.

Hay que resaltar que las solicitudes de dinero se hicieron basadas en los gastos del año anterior y que tanto el solpedido como la PO deben ir con los mismos valores exactos.

En noviembre de 2018 se realizaron las de dos empresas que en diciembre ya debían facturar bajo este sistema, y en principios de enero de 2019, se realizaron todos los demás y se renovaron los dos que anteriormente se habían hecho, solicitando el dinero pronosticado a utilizar durante todo el año en las facturaciones.

#### **4.4.2. RAN sharing Movistar**

Como se mencionó anteriormente, Tigo hace RAN sharing con Movistar, pero como tal no se trata solo de compartir infraestructura; se trata de pagos por alquiler de esta, lo cual es un ahorro significativo frente a instalar y mantener infraestructura propia. En este caso, se debía entregar a contabilidad una base de datos con la exactitud de las antenas que hasta ese momento se tenían en arriendo con Movistar, pues el consolidado de Tigo no coincidía con el de dicho operador.

Teniendo en cuenta que el monto del arriendo es por la cantidad de antenas existentes por torre y el diámetro de estas, debía saberse con certeza esta información. Para poder comparar estos datos, se recurrió a TESSGestion para obtener la información de las antenas de los sitios existentes ante el Ministerio y ésta se organizó de manera tal que pudiera ser equiparada con lo que tenía Movistar en sus registros. En esta comparación se encontró que muchas de las antenas que Movistar aún tenía en su listado, ya habían sido dejadas de utilizar por Tigo y canceladas ante el Ministerio, otras tenían diámetros diferentes y algunas ni siquiera aparecían en el consolidado de Tigo.

#### **4.4.3. Ahorro contraprestaciones 2019**

Hacia mediados del 2018, la gerente del área junto con los demás ingenieros que administran regiones del país había plasmado en un archivo los ahorros que se supone se tendrían en el año 2019, basados en las cancelaciones que se enviarían en el primer PSO del año y en la migración de tecnología de microondas a tecnología de FO.

Varios de los enlaces debían ser consultados con las regionales y con implementación para verificar su estado, el tráfico que pasaba por ellos y el estado de migración de servicios para ser apagados por completo. Por otro

lado, debía verificarse que los próximos planes de instalación de FO se fueran dando para poder migrar tecnología. A principios de diciembre debía tenerse ya definido que se cancelaría para el primer PSO del 2019.

Para realizar esto, se determinó cuáles de esos enlaces ya estaban radicados en legalizaciones anteriores, su estado en TESSGestion, se realizó consulta con sus administradores y finalmente, los que estaban para eliminar fueron agregados a la legalización de cancelaciones.

#### **4.4.4. Optimización pago MinTIC**

Como ya se ha referenciado, la contraprestación por utilización del espectro es costosa, y Tigo tiene la misión de ahorrar costos en ese aspecto migrando la mayor cantidad de tecnología microondas a FO.

En julio de 2018, MinTIC dio vía libre al uso de la banda E (en los rangos 71 a 76 GHz y 81 a 86 GHz), la cual es apta para radioenlaces de distancias cortas (entre 1 y 3 Km) y según la resolución, el valor a pagar por su uso es más económico que en las demás frecuencias.

En razón al primer párrafo de este apartado, la liberación de banda E llamó la atención de Tigo y como tal de Millicom, por lo que desde allí solicitaron a Transporte un reporte de los sitios que estarían viabilizados a pasar a banda E.

Se recurrió a TESSGestion para obtener el listado de todos los enlaces registrados ante el Ministerio y se filtró por las distancias comprendidas hasta máximo 3Km. Luego, teniendo en cuenta que en banda E solo se puede hacer uso de enlaces 1+0, y que además de todo se debe mantener la disponibilidad del servicio siempre, se determinó que los enlaces que podrían pasar a banda E son aquellos que:

- Enlaces que tengan repercusión en máximo dos nodos o sitios atendidos.
- Enlaces situados en municipios categorizados como zona 2 (cuya disponibilidad ordenada por el Ministerio debe ser de 99,8%)

Así, en total se concluyó que 95 enlaces eran candidatos.

#### **4.4.5. Planes de aumento de capacidades**

En varias ocasiones, el área de RF le envía a Transporte planes de sitios en los que planean aumentar capacidad, y Transporte debe determinar si al realizar esto, es necesario hacer alguna operación de más, como aumentar capacidad en los anillos o cambiar equipos de microondas. Igualmente, debe adjuntarse valores exactos de OPEX y CAPEX que serían necesarios para la implementación de dichos planes.

Para esto, el practicante se encarga de consolidar la información referente a los sitios con solución de FO y un delegado de gerencia trabaja con lo relacionado a los enlaces de microondas.

La obtención completa de lo concerniente a FO se lleva a cabo con un archivo primordial en el área llamado Soluciones de Transmisión. En él están plasmados todos los sitios de la red nacional, la solución que presenta, el carrier (proveedor), y en el caso de los que presentan ruta de microondas, muestra qué sitios son atendidos por los mismos. Para FO la información estaba incompleta en cuanto al anillo al que pertenecen, la capacidad y el consumo que éste presenta en su totalidad. Por esto, fue necesario recurrir a todos los administradores de regiones para solicitar a ellos dicha información y consolidarla, labor que tuvo un poco de complejidad porque había datos que no eran claros, incompletos y en ciertos casos, no se lograba obtener la información solicitada. En cuanto a los consumos de los anillos, se obtuvo de TESGestion los tráficos de cada sitio y luego mediante fórmulas de Excel, se logró el dato por anillo.

Con lo anterior completamente diligenciado, ya era posible saber lo necesitado por RF, pues teniendo ocupaciones y aumentando lo planeado por esta área, ya se sabía con exactitud como repercutía esto en el anillo. Organizando en un único archivo lo concluido de FO y lo realizado en cuanto a microondas, en reunión con la gerente se sacaban costos totales. Cabe recalcar que como se ha mencionado antes, los reportes finales enviados no podían tener el más mínimo error porque incurriría en inconsistencias contables y en consecuencia, reprimendas para la gerencia y todo el área como tal.

## **4.5. ACTIVIDADES ADICIONALES**

### **4.5.1. Capacitación nuevo practicante**

Parte de las funciones que desarrolla el practicante es capacitar al entrante, esto, en cuanto al funcionamiento de las plataformas, consulta de bases de datos, el manejo del país por zonas, a quien o quienes dirigirse en casos especiales, y demás aspectos relacionados.

Aproximadamente mes y medio después de estar desarrollando la práctica, se hizo cambio de practicante en la ciudad de Medellín, a quien se capacitó mediante conferencias grabadas por Skype, en las cuales no solo se mostraba el trabajo propio para enseñarle, sino que también se visualizaba su trabajo (al principio) para despejar dudas.

De igual forma, se realizó un manual sobre el uso de las plataformas complementario a los videos y una guía con las funciones del practicante de Bogotá para el próximo que llegara al área. Asimismo, durante dos días se realizó capacitación se manera presencial.

### **4.5.2. Capacitaciones y participación en proyectos**

Constantemente en el área se realizan capacitaciones en diferentes temáticas, pues hace parte de la cultura empresarial y del área misma, que sus integrantes estén instruidos y familiarizados con temas más allá de los correspondientes a sus responsabilidades.

#### **4.5.2.1. Visita capacitación en NEC**

NEC es la empresa proveedora de equipos de radio para Huawei, quienes son los encargados del área operativa de Tigo. En el mes de noviembre de 2018 se llevó a cabo una capacitación en NEC sobre la implementación de Quality of Service (Calidad de servicio) – QoS y como se realiza con configuración en los equipos.

#### **4.5.2.2. Festival Estéreo Picnic**

En cuanto a las comunicaciones, este festival ha sido cubierto por Tigo desde el año 2014 hasta el presente de manera consecutiva, razón por la cual el diseño de la red utilizado en dicho evento era prácticamente el mismo año tras año. No obstante, esta vez, el evento se realizó en un lugar diferente, lo que en realidad significó comenzar de nuevo, partiendo de



visitas de reconocimiento de campo, toma de coordenadas exactas y formulación de posibilidades de red para dicho evento.

#### **4.5.2.3. Responsabilización actividades soporte de TESSGestion**

Debido a la ausencia de la persona de TESSAmerica que debe hacer soporte en la empresa, la practicante asumió otras actividades que debía realizar dicha persona aparte de la mencionada, como lo son: radicación de facturas en ventanilla, simulaciones de radioenlaces en el simulador en línea de la ANE, comparación del cuadro técnico enviado por el ministerio con lo solicitado en el PSO.

## 5. CONCLUSIONES

---

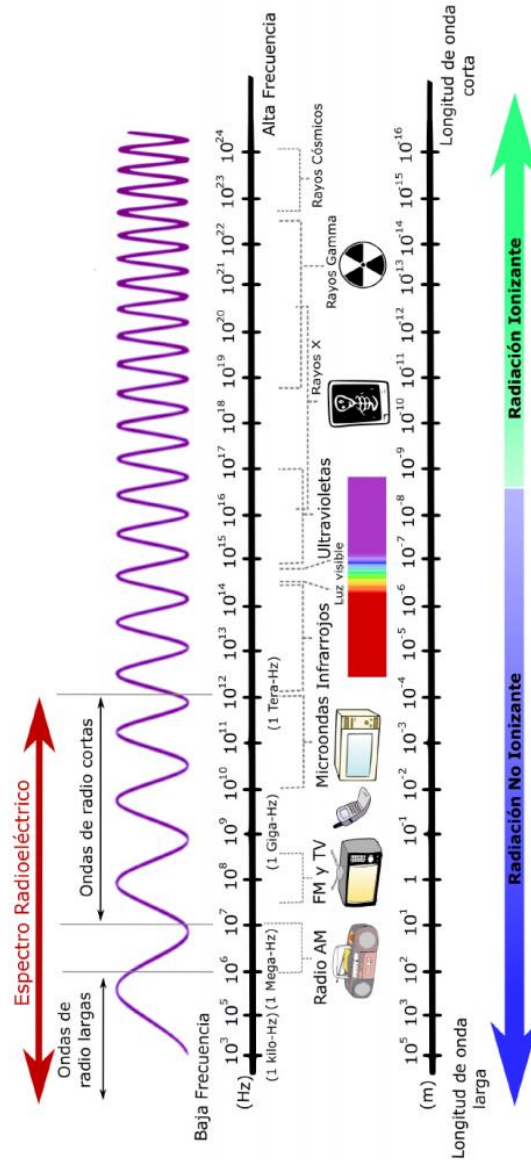
- La operatividad de las Telecomunicaciones es una labor compleja, su desarrollo trae consigo diseños de ingeniería, presupuestos de instalación y mantenimiento, estudios que determinen qué medio de transmisión es el más apropiado para un sitio teniendo en cuenta su ubicación geográfica, el tráfico que pasará por allí y que económicamente sea la más apropiada para la compañía, es decir, que cumpla las proyecciones de recuperación de inversión.
- La necesidad de que los operadores de telecomunicaciones tengan cobertura en varias zonas del país, los ha llevado no solo a hacer asociaciones y fusiones corporativas sino también a compartir recursos como infraestructura y espectro, aunque esto último sea transparente para el usuario.
- La alta contraprestación que acarrea el uso del espectro lleva a los operadores no solo a utilizar la menor cantidad de enlaces cubriendo todas las zonas posibles con fibra óptica (ya que su instalación y mantenimiento es más económico), sino también a que, en la medida que la cobertura de fibra aumenta, se puedan migrar enlaces a la misma y poder cancelar dichas redes ante el Ministerio.
- Sin la administración y distribución del espectro sería imposible hacer uso de él, pues las asignaciones hechas del mismo para todos los países son las que permiten que todos por igual tengan acceso a él sin recaer en interferencias y discusiones. En el caso de Colombia, es imprescindible que la labor del MinTIC y de la ANE vayan de la mano, pues los reglamentos legales deben ir respaldados por reglamentos técnicos.
- Aunque el área de Ingeniería no realice labores de campo, es imperioso que sus miembros asistan a las capacitaciones que brindan los proveedores sobre sus equipos, ya que, evaluando su efectividad, funciones, manejo y ventajas con respecto a otros, son quienes dan el visto bueno para que los directivos ordenen la adquisición del material.

## 6. ANEXOS

### A. ANEXO: ESPECTRO RADIOELÉCTRICO

En la figura 15 se muestra el espectro electromagnético y en él se puede apreciar la porción de este que le corresponde al espectro radioeléctrico.

Figura 15 - Espectro electromagnético.



Fuente: <https://ie.fing.edu.uy/proyectos/esopo/eem/> Espectro electromagnético.

En la figura 16 se muestra en mayor detalle el espectro radioelctrico y los usos que tiene en sus diferentes bandas.

Figura 16 - Espectro radioelctrico.



Fuente: <http://radioelectricovenezuela.blogspot.com/2016/01/funcion-del-espectro-radioelectrico-en.html>  
Espectro radioelctrico.

## **B. ANEXO: CNABF – CUADRO NACIONAL DE ATRIBUCIÓN DE BANDAS DE FRECUENCIAS**

El CNABF está compuesto por 8 secciones que son:

1. **Términos y definiciones:** glosario técnico adoptado según el Reglamento de Radiocomunicaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT).
2. **Nomenclatura:** convenciones básicas utilizadas en el documento.
3. **Atribución de frecuencias:** tema principal del cuadro. Contiene las atribuciones dadas según regiones y servicios radioeléctricos.
4. **Notas colombianas:** notas específicas del país.
5. **Notas internacionales:** transcripción de las notas internacionales presentes en el Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT.
6. **Tablas anexas:** aplicaciones particulares.
7. **Acrónimos:** utilizados en el documento.
8. **Referencias:** referencias bibliográficas.

El cuadro completo se encuentra adjunto en el CD del presente documento en la carpeta llamada “Documentación anexa”.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

---

1. **BNAMERICAS.** Agencia Nacional del Espectro. [En línea] [Citado el: 27 de mayo de 2019.] Disponible en Internet: <https://www.bnamericas.com/es/company-profile/agencia-nacional-del-espectro-ane>.
2. **HUAWEI.** ATN Series. [En línea] [Citado el: 27 de mayo de 2019.] Disponible en Internet: <http://carrier.huawei.com/en/products/fixed-network/carrier-ip/router/atn>.
3. **CISCO.** Preguntas frecuentes sobre Calidad de servicio (QoS). [En línea] [Citado el: 27 de mayo de 2019.] Disponible en Internet: [https://www.cisco.com/c/es\\_mx/support/docs/quality-of-service-qos/qos-policing/22833-qos-faq.html](https://www.cisco.com/c/es_mx/support/docs/quality-of-service-qos/qos-policing/22833-qos-faq.html).
4. **MINTIC.** Glosario. [En línea] [Citado el: 27 de mayo de 2019.] Disponible en Internet: <https://www.mintic.gov.co/portal/604/w3-propertyvalue-1051.html>.
5. **DORADO, Juan Luis.** Capex y Opex de un proyecto de red inalámbrica. [En línea] 2012. [Citado el: 28 de mayo de 2019.] Disponible en Internet: <https://diarioredesy servicios.wordpress.com/2012/01/29/capex-y-opex-de-un-proyecto-de-red-inalambrica/>.
6. **MINTIC; GOBIERNO NACIONAL; ANE.** CNABF. [En línea] [Citado el: 28 de mayo de 2019.] Documento PDF disponible en Internet: [http://cnabf.ane.gov.co/cnabf/index.php?option=com\\_k2&view=item&layout=item&id=5&Itemid=131&s=6EB5E22D14EF5B142E02DB5E87D6C50CA3C9BF6E](http://cnabf.ane.gov.co/cnabf/index.php?option=com_k2&view=item&layout=item&id=5&Itemid=131&s=6EB5E22D14EF5B142E02DB5E87D6C50CA3C9BF6E). Pág.5; Pág.27.
7. **HUAWEI.** 2G 3G and LTE Co-transmission. [En línea] [Citado el: 28 de mayo de 2019.] Disponible en Internet: <https://es.scribd.com/doc/298694303/2G-3G-and-LTE-Co-transmission-ERAN7-0-01#download>.
8. **LUXOR TECHNOLOGIES.** ¿Qué es un E1? [En línea] [Citado el: 28 de mayo de 2019.] Disponible en Internet: <http://www.luxortec.com/preguntas-frecuentes/e1/>.
9. **GUADALUPE, Antonio.** Integración de una Estación Base en una Red Móvil Existente - Capítulo 5. [En línea] 2010. [Citado el: 28 de mayo de 2019.] Documento PDF disponible en Internet: [http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/11880/fichero/DOCUMENTO+8\\_CAPITULO+5.pdf](http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/11880/fichero/DOCUMENTO+8_CAPITULO+5.pdf). Págs. 125 - 126.
10. **MOTOROLA SOLUTIONS.** NODO B MELHORADO (ENODEB). [En línea] [Citado el: 28 de mayo de 2019.] Disponible en Internet: [https://www.motorolasolutions.com/es\\_xl/productos/lte-broadband-systems/lte-mobile-broadband/enhanced-node-b.html](https://www.motorolasolutions.com/es_xl/productos/lte-broadband-systems/lte-mobile-broadband/enhanced-node-b.html).

11. **ASCIO Wireless.** WIRELESS SITE SURVEYS FOR NEW NETWORKS. [En línea] [Citado el: 29 de mayo de 2019.] Disponible en Internet: <http://www.ascio-wireless.com/services/wireless-surveys/>.
12. **WEBOPEDIA.** RF site survey. [En línea] [Citado el: 29 de mayo de 2019.] Disponible en Internet: [https://www.webopedia.com/TERM/R/RF\\_site\\_survey.html](https://www.webopedia.com/TERM/R/RF_site_survey.html).
13. **INGENIATIC.** ¿Sabes cómo funciona la fibra óptica? [En línea] [Citado el: 27 de mayo de 2019.] Disponible en Internet: <https://www.etsist.upm.es/estaticos/ingeniatic/index.php/multimedia/infografias/item/706-sabes-como-funciona-la-fibra-optica.html>.
14. **CANSINO, Macarena.** ¿Qué es el cumplimiento de SOX? *techlandia*. [En línea] [Citado el: 28 de mayo de 2019.] Disponible en Internet: [https://techlandia.com/cumplimiento-sox-sobre\\_274507/](https://techlandia.com/cumplimiento-sox-sobre_274507/).
15. **DANE.** Necesidades básicas insatisfechas (NBI). [En línea] [Citado el: 28 de mayo de 2019.] Disponible en Internet: <http://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/pobreza-y-condiciones-de-vida/necesidades-basicas-insatisfechas-nbi>.
16. **MINTIC.** Resolución 2118 del 15 de septiembre de 2011. [En línea] 2011. [Citado el: 29 de mayo de 2019.] Disponible en Internet: [https://www.mintic.gov.co/images/documentos/espectro\\_radioelectrico/seleccion\\_objetiva\\_espectro/resolucion\\_2118\\_de\\_2011\\_seleccion\\_objetiva\\_requisitos.pdf](https://www.mintic.gov.co/images/documentos/espectro_radioelectrico/seleccion_objetiva_espectro/resolucion_2118_de_2011_seleccion_objetiva_requisitos.pdf).
17. **HUIDOBRO, José Manuel.** Compartición de redes móviles para reducir costes. *Zona movilidad*. [En línea] 2014. [Citado el: 28 de mayo de 2019.] Disponible en Internet: <https://www.zonamovilidad.es/noticia/1899/reportajes/comparticion-de-redes--moviles-para-reducir-costes.html>.
18. **GONZÁLEZ, David.** Módulos de SAP ERP: MM, SD, FI, PP, PM. *aprendesap*. [En línea] 08 de junio de 2016. [Citado el: 28 de mayo de 2019.] Disponible en Internet: [https://aprendesap.com/blog/modulos-de-sap-erp-mm-sd-fi-pp-pm/?cli\\_action=1559449138.273](https://aprendesap.com/blog/modulos-de-sap-erp-mm-sd-fi-pp-pm/?cli_action=1559449138.273).
19. **ENACOM.** Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT). [En línea] [Citado el: 29 de mayo de 2019.] Disponible en Internet: [https://www.enacom.gob.ar/union-internacional-de-telecomunicaciones--uit-\\_p36](https://www.enacom.gob.ar/union-internacional-de-telecomunicaciones--uit-_p36).
20. **TIGO.** Integración TigoUne - Nuestra Historia. [En línea] [Citado el: 2019 de mayo de 27.] Disponible en Internet: <http://www.tigo-une.com/somosunocontigo/nuestra-historia/>.

21. **COMPANIES HISTORY.** Millicom International Cellular SA history, profile and corporate video. [En línea] [Citado el: 27 de mayo de 2019.] Disponible en Internet: <https://www.companieshistory.com/millicom-international/>.
22. **BNAMERICAS.** Millicom International Cellular S.A. [En línea] [Citado el: 29 de mayo de 2019.] Disponible en Internet: <https://www.bnamericas.com/es/company-profile/millicom-international-cellular-sa-mic>.
23. **REDACCIÓN EI Tiempo.** EPM y ETB entran a la telefonía móvil. [En línea] [Citado el: 27 de mayo de 2019.] Disponible en Internet: <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-981633>.
24. —. Millicom, el nuevo dueño de OLA. [En línea] 01 de septiembre de 2019. [Citado el: 27 de mayo de 2019.] Disponible en Internet: <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-2177762>.
25. **PORTAFOLIO.** Colombia Móvil-Ola está en venta. [En línea] 21 de noviembre de 2005. [Citado el: 27 de mayo de 2019.] <https://www.portafolio.co/economia/finanzas/colombia-movil-ola-venta-190956>.
26. —. Millicom le dice adiós a la marca OLA y lanza Tigo el próximo año. [En línea] 26 de octubre de 2006. [Citado el: 27 de mayo de 2019.] Disponible en Internet: <https://www.portafolio.co/economia/finanzas/millicom-le-dice-adios-marca-ola-lanza-tigo-proximo-ano-443988>.
27. **EPM.** Historia EPM. [En línea] [Citado el: 27 de mayo de 2019.] Disponible en Internet: <https://www.epm.com.co/site/home/institucional/historia>.
28. —. Grupo EPM y Millicom cerraron negociación. [En línea] [Citado el: 27 de mayo de 2019.] Disponible en Internet: <https://www.epm.com.co/site/home/sala-de-prensa/noticias-y-novedades/grupo-epm-y-millicom-cerraron-negociacion>.
29. **PORTAFOLIO.** UNE comprará participación accionaria de la ETB en Tigo. [En línea] 13 de noviembre de 2013. [Citado el: 27 de mayo de 2019.] Disponible en Internet: <https://www.portafolio.co/negocios/empresas/une-comprara-participacion-accionaria-etb-tigo-75772>.
30. **GIRALDO, Johnny.** Los servicios y filiales de UNE EPM tendrán la marca Tigo a partir de este mes. [En línea] 11 de abril de 2019. [Citado el: 2019 de mayo de 2019.] Disponible en Internet: <https://www.larepublica.co/empresas/los-servicios-y-filiales-de-une-epm-tendran-la-marca-tigo-a-partir-de-este-mes-2850398>.
31. **TIGO.** Nuestra compañía. [En línea] [Citado el: 27 de mayo de 2019.] Disponible en Internet: <https://www.tigo.com.co/nuestra-compania>.



32. **REMS INGENIERÍA.** ¿Que son las redes de telecomunicaciones? [En línea] 31 de mayo de 2016. [Citado el: 27 de mayo de 2019.] Disponible en Internet: <http://rems.com.co/que-son-las-redes-de-telecomunicaciones/>.
33. **CARRITECH TELECOMMUNICATIONS.** Core Network Layer: Explained. [En línea] [Citado el: 27 de mayo de 2019.] Disponible en Internet: <http://www.carritech.com/news/core-networks/>.
34. **"INMAGUERRA".** Conceptos básicos de telecos: redes de agregación y troncales. [En línea] 23 de abril de 2010. [Citado el: 27 de mayo de 2019.] Disponible en Internet: <https://blog.cnmc.es/2010/04/23/conceptos-basicos-de-telecos-redes-de-agregacion-y-troncales/>.
35. **COMISIÓN EUROPEA.** Estación base (en telecomunicaciones) - Glosario. [En línea] [Citado el: 27 de mayo de 2019.] Disponible en Internet: [http://ec.europa.eu/health/scientific\\_committees/opinions\\_layman/es/campos-electromagneticos/glosario/def/estacionbase.htm](http://ec.europa.eu/health/scientific_committees/opinions_layman/es/campos-electromagneticos/glosario/def/estacionbase.htm).
36. **TECHTARGET.** Evolved Packet Core (EPC). [En línea] [Citado el: 28 de mayo de 2019.] Disponible en Internet: <https://searchnetworking.techtarget.com/definition/Evolved-Packet-Core-EPC>.
37. **FLORES, Antonio.** Evolución de las redes de telefonía móvil. [En línea] Septiembre de 2009. [Citado el: 08 de Julio de 2019.] Disponible en Internet: <http://www.antonioflores.es/antonioflores/articulos/consultateleco.pdf>.
38. **CENTRO DE INFORMACIÓN Y GESTIÓN TECNOLÓGICA.** [En línea] marzo de 2005. [Citado el: 08 de julio de 2019.] Disponible en Internet: <https://www.redalyc.org/pdf/1815/181517913002.pdf>.
39. **MARCELLINI, Carlos, MARTÍNEZ, Diego y QUIROZ, Sebastián.** Tecnología 4G. [En línea] 23 de agosto de 2013. [Citado el: 08 de julio de 2019.] Disponible en Internet: <http://profesores.elo.utfsm.cl/~agv/elo322/1s13/project/reports/4GLTE.pdf>.
40. **ALGARRA, Jaime y COLOMBIA, DIGITAL.** Los 5 grandes retos del sector de las telecomunicaciones. [En línea] 2018. [Citado el: 29 de mayo de 2019.] Disponible en Internet: <https://colombiadigital.net/actualidad/articulos-informativos/item/10084-los-5-grandes-retos-del-sector-de-las-telecomunicaciones.html>.
41. **OSPINA, Sergio.** ¿CÓMO ESTÁ COLOMBIA EN INTERNET Y TELECOMUNICACIONES? *enter*. [En línea] 2017. [Citado el: 29 de mayo de 2019.] Disponible en Internet: <https://www.enter.co/especiales/colombia-conectada/colombia-dia-telecomunicaciones/>.

42. **VELOZA, Mauricio.** ¡Por fin llega el celular! [En línea] 24 de mayo de 1994. [Citado el: 29 de mayo de 2019.] Disponible en Internet: <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-135603>.

43. **MORE, Javier.** ¿Y cómo ha evolucionado la telefonía móvil? [En línea] [Citado el: 30 de mayo de 2019.] Disponible en Internet: <https://gadgerss.com/2017/01/08/del-1g-al-4g-evolucion-la-telefonía-móvil/>.

44. **GONZÁLEZ, Juan.** ¿Cuál será la velocidad de 5G? [En línea] 2018. [Citado el: 29 de mayo de 2019.] Disponible en Internet: <http://culturacion.com/cual-sera-la-velocidad-5g/>.