

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA

ESPECIALIZACION EN GERENCIA INTEGRAL DE PROYECTOS

ARTICULO DE GRADO

**ANALISIS DE LA SATURACION DE LA RED DE TELEFONIA CELULAR EN LA
CIUDAD DE BOGOTA-COLOMBIA**

JORGE LONDOÑO SARMIENTO

COD: 1300913

23 DE ENERO DE 2015

BOGOTA - COLOMBIA

ANALISIS DE LA SATURACION DE LA RED DE TELEFONIA CELULAR EN LA CIUDAD DE BOGOTA-COLOMBIA

SATURATION ANALYSIS OF CELLULAR NETWORK IN THE CITY OF BOGOTA-COLOMBIA

JORGE, LONDOÑO SARMIENTO

Ingeniero Electrónico, Jefe de Proyectos de Telecomunicaciones, TecnoCom, Bogotá, Colombia,
jorgelonsar@gmail.com

RESÚMEN

A medida que crece el despliegue de tecnología relacionada con telefonía celular y que la velocidad y capacidad de los dispositivos móviles se duplica, la infraestructura y el espacio finito en el espectro radioeléctrico comienza a mostrar un techo para todo este desarrollo, generando incógnitas sobre el futuro de la continua evolución de las telecomunicaciones y la telefonía celular.

El objetivo de este artículo es analizar que tan lejano se puede encontrar el momento en que la saturación de la red de telefonía celular llegue a un estado tan crítico en la ciudad de Bogotá – Colombia, que pueda colapsar. Lo anterior acompañado de el estudio de las normas y leyes que regulan este desarrollo y que podrían brindar una salida a este inconveniente tecnológico.

Se presenta el evento donde se está utilizando un servicio que no es infinito y que aunque se encuentra regulado por entes del gobierno, estos no podrán detener su saturación inminente. El gobierno debe iniciar la regulación de la tecnología aplicada para la explotación del mismo, con el fin de hacer más eficientes los equipos que componen la red de telefonía celular y poder obtener un manejo más óptimo de toda la información que allí transita, para disminuir tiempos de transportes de paquetes y pérdidas de datos. Adicional a lo anterior, es apremiante la inversión en socialización de esta tecnología y su infraestructura, para obtener de la comunidad la colaboración en el cubrimiento de las zonas más congestionadas de la ciudad de Bogotá.

Palabras clave: Telefonía celular, espectro radioeléctrico, dispositivos móviles, espacio finito, telecomunicaciones, saturación, pérdidas, infraestructura, zonas congestionadas.

ABSTRACT

As it grows the deployment of technology related to cellular and the speed and capacity of mobile devices is doubled, the infrastructure and the finite space in the radio spectrum begins to show a ceiling for all this development, creating

uncertainties about the future continuous evolution of telecommunications and mobile telephony.

The aim of this paper is to analyze how far you can find the time when the saturation cell phone network reaches such a critical state in Bogotá - Colombia, which might collapse. This together with the study of the rules and laws governing this development and could provide a technological solution to this problem.

The event where you are using a service that is not infinite and that although it is regulated by government entities, they may not stop his impending saturation is present. The government should start regulating the technology used for its exploitation, in order to make more efficient the equipment making up the cellular network and to obtain a more optimal management of all information that passes there, to decrease time transport packages and data losses. In addition to the above, there is an urgent investment in socialization of this technology and its infrastructure for community collaboration in the coverage of the most congested areas of the city of Bogotá.

Key words: Cellular telephone, radio spectrum, mobile devices, finite space, telecommunications, saturation, lost, infrastructure, congested areas.

INTRODUCCIÓN

Desde la evolución de la tecnología celular en 3G a mediados del año 2008, el espectro radioeléctrico en las zonas urbanas comenzó a emplear una gran mayoría de su espacio asignado. Aunque los organismos encargados de esta distribución a nivel nacional comenzaron a utilizar espacios de frecuencia libres para poder compensar este crecimiento, el auge en las telecomunicaciones ha hecho que la saturación del espectro sea un problema inminente.

La saturación del espectro radioeléctrico se encuentra en un estado crítico debido a la competencia entre operadores por conseguir abonados nuevos y por entregarles una cobertura aceptable, esto los ha obligado a colmar de celdas, torres y antenas de radiofrecuencia la ciudad de Bogotá.

Los problemas generados por las continuas caídas en el servicio de telefonía celular ocasionan inconvenientes, tanto personales como sociales en los millones de usuarios que hoy en día dependen de este servicio para llevar a cabo su rutina diaria. Ocasionando quejas continuas de los clientes, sumadas a las pocas respuestas por parte de las empresas responsables, dejan ver que el planeamiento para el montaje de toda la infraestructura no fue el adecuado.

La red actual no fue diseñada para la cantidad de usuarios con la que fue sobrecargada y ahora las carreras por compensar estos errores con infraestructura adicional no posicionada adecuadamente genera problemas de interferencia entre celdas que no son programadas con frecuencias muy diferentes.

El poco control que ejerce el Ministerio de las TIC y la alcaldía de Bogotá en la instalación de toda clase de infraestructura celular, deja sin registros claros el estado en la saturación del espectro radioeléctrico de la ciudad de Bogotá y evidencia la importancia de un estudio de la situación actual de la red de telefonía celular.

El problema de saturación del espectro ya ha provocado de las quejas se dupliquen del 2012 al 2013. Si el incremento de la red celular se continua realizando conforme a los últimos años, existe una probabilidad muy alta de que varias zonas de la ciudad colapsen y creen millonarias pérdidas a empresas y personas naturales que dependen de este servicio para su laborar diario.

Mediante el estudio de la red de telefonía celular se evaluó el estado actual de la saturación del espectro, el aumento anual en cuanto a crecimiento de infraestructura y la normatividad que rige el despliegue de telefonía celular en Colombia, específicamente en la ciudad de Bogotá.

Se realizó un análisis sobre la saturación de la red de telefonía celular en la ciudad de Bogotá, en lo cual, inicialmente se determinaron los organismos que tienen el control sobre el desarrollo y la expansión de la red de telefonía celular. Estos organismos son los encargados del manejo del espectro, del otorgamiento de frecuencias y del control de la utilización del mismo. Se creó una matriz que muestra los objetivos y funciones de cada ente regulador (Ver Anexo 1).

Se acudió al Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC), el cual es el principal organismo de control de todo lo relacionado con las Telecomunicaciones en Colombia. Partiendo de este se encontraron entidades secundarias a las cuales se les haya otorgado alguna función o poder sobre el manejo de la red de telefonía celular.

Se realizó un estudio de las leyes y decretos que hayan sido emitidos por el gobierno con el fin de otorgar, regular o controlar el desarrollo de la telefonía celular en Colombia. Con lo anterior, se creó un Nomograma (Ver Anexo 2) para organizar la legislación relacionada con los temas a investigar a modo de tener claras las regulaciones que afectan el espectro de telefonía móvil en Bogotá.

Se realizó un estudio de la situación de saturación de la red de celular que se presenta en otras ciudades capitales, mostrando como el subdesarrollo puede influir en la inadecuada planeación de la distribución de la red y por consiguiente llevar a la saturación del espectro destinado para telefonía móvil.

El estudio en ciudades extranjeras incluyó crecimiento de la red, medidas aplicadas para evitar la saturación de su red. Se realizó una comparación de cada una de las Capitales con los datos de Bogotá - Colombia.

Se encontraron los puntos críticos de saturación en la ciudad de Bogotá, con esto las empresas prestadoras del servicio pueden anticipar caídas en la red por colapsos generados por cambios en la población promedio del sector, bien sea por eventos públicos, nuevas edificaciones o por el crecimiento habitual de la ciudad; así están en

capacidad de tomar medidas preventivas que eviten cortes en el servicio, los cuales acarrearán multas, pérdida de clientes y compensaciones innecesarias.

1. ORGANISMOS QUE CONTROLAN EL DESARROLLO DE LA RED DE TELEFONIA CELULAR

Después de realizar el análisis de los organismos que regulan la telefonía celular en Colombia. (Ver Anexo 1). Se encontraron 3 entes considerados los más influyentes y con la capacidad de modificar y generar mejoras a nivel normativo, con el fin de contrarrestar el agotamiento del espectro radioeléctrico y la saturación de la red de telefonía celular en la ciudad de Bogotá – Colombia.

El Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MinTic), es el principal organismo encargado de “Diseñar, formular y adoptar las políticas, planes, programas y proyectos del sector de tecnologías de la información y las comunicaciones” (Ley 1341, 2009). Capacidad suficiente para gestionar la adaptación o cambio de normas que puedan generar un mejor aprovechamiento de los espacios vacíos y libres del espectro radioeléctrico.

LA Agencia Nacional del Espectro (ANE), principal colaborador y asesor del “Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en el diseño y formulación de políticas, planes y programas relacionados con el espectro radioeléctrico” (Ley 1341, 2009). Tiene la importante función de “Diseñar y formular políticas, planes y programas relacionados con la vigilancia y control del Espectro, en concordancia con las políticas nacionales y sectoriales y las propuestas por los organismos internacionales competentes, cuando sea del caso”. (Ley 1341, 2009).

La Comisión de Regulación de Comunicaciones (CRC), encargado de “Promover la compartición y apoyar el despliegue de infraestructura del Sector TIC” (CRC,2014). Ayuda a que todos los temas relacionados con el despliegue de infraestructura se manejen de manera más fluida y permita que los planes de expansión de los proveedores se concreten con éxito.

Para el efecto de este análisis la agencia nacional del espectro se convirtió en el principal organismo para conocer el estado actual de la red de telefonía celular y poder diagnosticar como se comportara el espectro radioeléctrico en un futuro próximo, teniendo en cuenta la realización o no de las recomendaciones que entregan los análisis posteriores a este capítulo.

2. ANÁLISIS DE LAS LEYES, DECRETOS Y RESOLUCIONES QUE AFECTEN LA RED DE TELEFÓNICA CELULAR.

Son innumerables las leyes, resoluciones o decretos que mantienen alguna referencia con la telefonía celular en Colombia, y aunque es claro que gracias a ellas se ha gestionado un control mínimo para la atribución de las bandas y frecuencias que son viables para que los proveedores de esta solución de telecomunicaciones

puedan llevar a cabo sus respectivas expansiones. Se deben realizar planes de gestión y control que permitan establecer una adecuada planificación de la utilización del espectro para poder contrarrestar el agotamiento de este recurso para un futuro.

Es importante conocer que de acuerdo al tipo de banda asignado se deberá construir una infraestructura de equipos apropiado para su utilización, siendo así para las bandas más bajas como 700MHz se necesitaran menos estaciones base y al llegar a los 5800MHz la cantidad de celdas se triplicara.

Por lo anterior, las bandas de frecuencias mas apetecidas por operadores son las de baja frecuencia, las cuales permiten la generación de cobertura con un mínimo de inversión en radio bases, infraestructura y equipos. A continuación se presentan los resultados de un estudio de inversión relativa realizada para cada una de las bandas de frecuencia óptimas para telefonía celular.

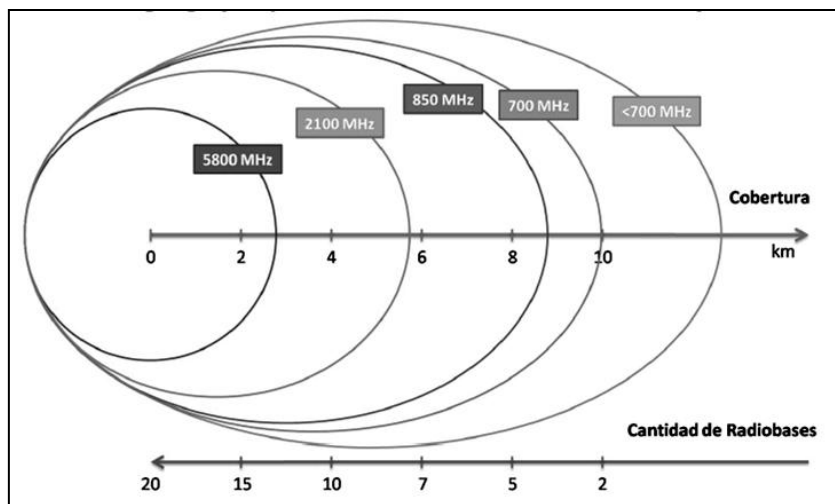


Figura 1 Bandas de frecuencias Vs Cantidad de Radiobases
Fuente: SCF Associates "The Mobile Provide", 2007

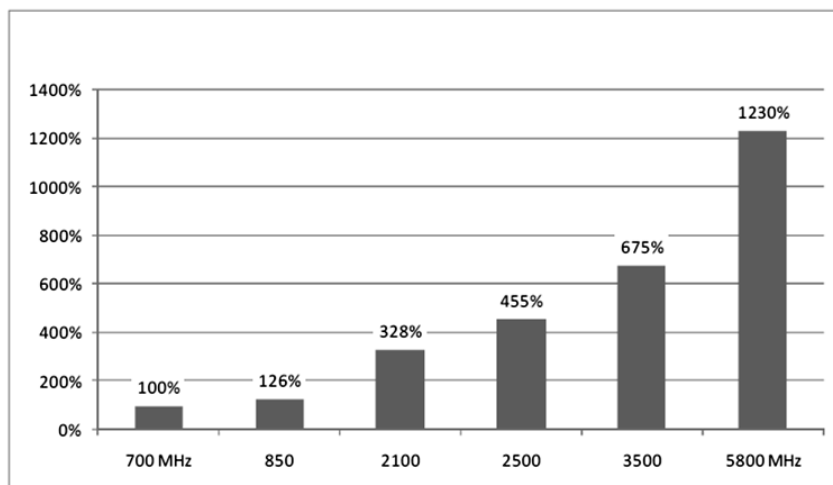


Figura 2 Inversión relativa de una Radio base Vs Bandas de frecuencias
Fuente: Milan Sallaba, 2010

Las normas evidenciadas en el Normograma (Ver Anexo 2), muestran que adicional al Decreto 741 que reglamento la telefonía celular en Colombia, se realizan atribuciones de bandas sin un control o gestión específica. Lo cual ha generado que no se tenga una distribución uniforme de bandas y los operadores continúen persiguiendo las pocas bandas restantes de frecuencias bajas, con el fin de reducir sus presupuestos de inversión.

Ahora, se debe normalizar el espectro mediante leyes, resoluciones o decretos, de tal forma que se inicie la reestructuración de la red celular ocupando adecuadamente las bandas activas y realizando una planeación apropiada para evitar la saturación y posible colapso de la estructura celular en la ciudad de Bogotá o en sus zonas más congestionadas.

3. COMPARACION DE LA SITUACION ACTUAL DE LAS REDES DE TELEFONIA CELULAR PARA PAISES DESARROLLADOS Y SUBDESARROLLADOS

TABLA 1. Comparación de la situación actual entre la ciudad de Bogotá – Colombia y la ciudad de México – México.

BOGOTA – COLOMBIA	MEXICO – MEXICO
<p>1. Espectro asignado:</p> <ul style="list-style-type: none"> • En Colombia el espectro radioeléctrico se encuentra distribuido en entes (Aficionados, Fijo, investigación, radiodifusión, radionavegación o aeronáutica) que ocupan más del 80% de su capacidad, teniendo en cuenta que la banda dejando menos del 30% para canales libres y aproximadamente un 7% para telefonía celular móvil. <p>2. Estado de saturación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pese a la asignación de nuevas frecuencias para la introducción de la tecnología 4G en el país, la ciudad de Bogotá se encuentra en un estado de saturación crítica. Su infraestructura se encuentra en un 63% de su capacidad. <p>3. Planes de mejoramiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Asegurar la disponibilidad del espectro necesario para la masificación del internet móvil y la ampliación de cobertura. • Análisis de escenarios de migración y sugerencias de reserva. • Socialización de resultados. • Expedición de actos administrativos para la reserva y cambio de atribución de las bandas que sean definidas y lo necesiten. 	<p>1. Espectro asignado:</p> <ul style="list-style-type: none"> • México ha tenido un desarrollo equilibrado de su espectro radioeléctrico, pero sus esfuerzos no fueron equilibrados con la utilización de tecnología apropiada y debido a esto viene sacrificando su capacidad y solo mantiene un 18% libre para contingencias. <p>2. Estado de saturación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Debido a que la tecnología no ha sido la adecuada han sacrificado mucha capacidad de su espectro y se encuentran en un estado grave de saturación. <p>3. Planes de mejoramiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> • México maneja un Plan Nacional de Desarrollo que tiene como objetivo el garantizar el acceso y ampliar la cobertura de infraestructura y servicios de comunicaciones.

Fuente: COFETEL. 2008

TABLA 2. Comparación de la situación actual entre la ciudad de Bogotá – Colombia y la ciudad de Washington – EEUU.

BOGOTA – COLOMBIA	WASHINGTON – EEUU
<p>1. Espectro asignado:</p> <ul style="list-style-type: none"> En Colombia el espectro radioeléctrico se encuentra distribuido en entes (Aficionados, Fijo, investigación, radiodifusión, radionavegación o aeronáutica) que ocupan más del 80% de su capacidad, teniendo en cuenta que la banda dejando menos del 30% para canales libres y aproximadamente un 7% para telefonía celular móvil. <p>2. Estado de saturación:</p> <ul style="list-style-type: none"> Pese a la asignación de nuevas frecuencias para la introducción de la tecnología 4G en el país, la ciudad de Bogotá se encuentra en un estado de saturación crítica. Su infraestructura se encuentra en un 63% de su capacidad. <p>3. Planes de mejoramiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> Asegurar la disponibilidad del espectro necesario para la masificación del internet móvil y la ampliación de cobertura. Análisis de escenarios de migración y sugerencias de reserva. Socialización de resultados. Expedición de actos administrativos para la reserva y cambio de atribución de las bandas que sean definidas y lo necesiten. 	<p>1. Espectro asignado:</p> <ul style="list-style-type: none"> Han logrado reasignar una gran mayoría de las bandas de telefonía celular para poder obtener un 35% de espacio libre con el fin de manejar las futuras asignaciones a los proveedores de este servicio. <p>2. Estado de saturación:</p> <ul style="list-style-type: none"> No presentan estados graves de saturación gracias a la utilización de tecnología adecuada y a la distribución de su población hacia las periferias de las ciudades principales. <p>3. Planes de mejoramiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> Implementaron el plan de utilización de los espacios vacíos y en blanco de las frecuencias utilizadas por entes ajenos a la telefonía celular.

Fuente: INFOTECHNOLOGY. 2014

TABLA 3. Comparación de la situación actual entre la ciudad de Bogotá – Colombia y la ciudad de Lima – Perú.

BOGOTA – COLOMBIA	LIMA - PERU
<p>1. Espectro asignado:</p> <ul style="list-style-type: none"> En Colombia el espectro radioeléctrico se encuentra distribuido en entes (Aficionados, Fijo, investigación, radiodifusión, radionavegación o aeronáutica) que ocupan más del 80% de su capacidad, teniendo en cuenta que la banda dejando menos del 30% para canales libres y aproximadamente un 7% para telefonía celular móvil. <p>2. Estado de saturación:</p> <ul style="list-style-type: none"> Pese a la asignación de nuevas frecuencias para la introducción de la tecnología 4G en el país, la ciudad de Bogotá se encuentra en un estado de saturación crítica. Su infraestructura se encuentra en un 63% de su capacidad. <p>3. Planes de mejoramiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> Asegurar la disponibilidad del espectro necesario para la masificación del internet móvil y la ampliación de cobertura. Análisis de escenarios de migración y sugerencias de reserva. Socialización de resultados. Expedición de actos administrativos para la reserva y cambio de atribución de las bandas que sean definidas y lo necesiten. 	<p>1. Espectro asignado:</p> <ul style="list-style-type: none"> Lima cuenta con más del 35% de su espacio en espectro disponible para asignaciones de telefonía celular, pero el despliegue de infraestructura ha sido muy pobre. <p>2. Estado de saturación:</p> <ul style="list-style-type: none"> Pese a tener buen espacio la red esta críticamente saturada por la falta de tecnología adecuada y cantidad de cobertura no disponible acorde con el crecimiento de la demanda de voz y datos en el país. <p>3. Planes de mejoramiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> Todos los planes de desarrollo se encuentran enfocados en el cobertura y tecnología para poder utilizar de la mejor manera el espacio libre en su espectro.

Fuente: MTC. 2011

TABLA 4. Comparación de la situación actual entre la ciudad de Bogotá – Colombia y la ciudad de Londres - Inglaterra.

BOGOTA – COLOMBIA	LONDRES - INGLATERRA
<p>1. Espectro asignado:</p> <ul style="list-style-type: none"> En Colombia el espectro radioeléctrico se encuentra distribuido en entes (Aficionados, Fijo, investigación, radiodifusión, radionavegación o aeronáutica) que ocupan más del 80% de su capacidad, teniendo en cuenta que la banda dejando menos del 30% para canales libres y aproximadamente un 7% para telefonía celular móvil. <p>2. Estado de saturación:</p> <ul style="list-style-type: none"> Pese a la asignación de nuevas frecuencias para la introducción de la tecnología 4G en el país, la ciudad de Bogotá se encuentra en un estado de saturación crítica. Su infraestructura se encuentra en un 63% de su capacidad. <p>3. Planes de mejoramiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> Asegurar la disponibilidad del espectro necesario para la masificación del internet móvil y la ampliación de cobertura. Análisis de escenarios de migración y sugerencias de reserva. Socialización de resultados. Expedición de actos administrativos para la reserva y cambio de atribución de las bandas que sean definidas y lo necesiten. 	<p>1. Espectro asignado:</p> <ul style="list-style-type: none"> Londres cuenta con poco menos de 18% de su espectro adecuado para telefonía celular. <p>2. Estado de saturación:</p> <ul style="list-style-type: none"> Pese a su poco espacio en el espectro el gran control de sus entes para regular el despliegue de infraestructura y tecnología lo mantiene con un nivel bajo de saturación. <p>3. Planes de mejoramiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> La Unión Europea cuenta con el Libro Verde de la política Europea del Espectro Radioeléctrico, el cual gestiona los objetivos y el desarrollo del espectro.

Fuente: ACADEMIA. 2014

Se evidencia que la situación en países subdesarrollados es crítica en cuanto a espacio y congestión. No han enfocado esfuerzos en la debida planeación y los problemas de saturación ya comienzan a ser visibles. Bogotá – Colombia no ha desarrollado un plan apropiado de gestión de frecuencias, cuenta con poco espacio valido y su infraestructura tiene niveles de atraso bastante altos. Para ciudades como Lima – Perú, el despliegue de infraestructura está retrasado y el contar con espacio en su espectro radioeléctrico no le garantiza evitar colapsos en sus redes. No se ha realizado la socialización oportuna por parte de sus organismos y la comunidad sigue retrasando cada vez más la puesta al día de sus cronogramas de desarrollo.

En los países desarrollados sus organismos de gestión han encontrado las formas de planear el desarrollo del espectro de maneras diferentes pero mucho más eficientes. Para Londres – Inglaterra cuenta con políticas de la unión europea que maneja las asignaciones y enfoques de los entes para controlar de manera adecuada y correcta el desarrollo y montaje de infraestructura. En Washington – EEUU tienen planes de expansión de la ciudad, lo cual ayuda a descongestionar zonas urbanas e intervienen permanentemente con tecnología innovadora el control de tráfico para hacer eficientes todas las bandas de su espectro.

Mostrando las diferencias entre el subdesarrollo y el funcionamiento eficiente de organismos de control y gestión, se puede evidenciar que hace falta mucha planeación e inversión en desarrollo para lograr competir con el agotamiento del recurso llamado espectro. Pero todas las medidas que se tomen seguirán siendo medidas parciales. La exigencia del mercado de voz y datos siempre seguirá en crecimiento y el medio donde se transmiten todos estos paquetes no es ilimitado.

4. ESTUDIO DE LA PROBABILIDAD DE UN COLAPSO PARCIAL O TOTAL EN LA RED DE TELEFONÍA CELULAR DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ.

4.1 USO EFICIENTE DEL ESPECTRO

Colombia cuenta con un 7 % de espectro libre para asignaciones futuras en telefonía celular móvil. Se debe aclarar que con la gestión adecuada del Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, se puede llegar a utilizar espacios vacios de bandas ya asignadas a otros servicios y mediante seguimiento y trazabilidad se ha demostrado no utilizan.

Con el control de la asignación de bandas del espectro radioeléctrico para otros usos, se pretende que el despliegue de infraestructura de telecomunicaciones se de bajo un conjunto de condiciones que aseguren el uso apropiado del recurso espectral, entre las cuales se pueden mencionar las siguientes: porcentaje mínimo de cobertura territorial a servir, tiempo de despliegue de la red, condiciones técnicas de operación, calidad de los servicios, pagos de derechos por el uso aprovechamiento y explotación del espectro y obligaciones Administrativas diversas.

No obstante, se presentan casos en los que el recurso espectral no es utilizado eficientemente, ya sea por aparición de nuevas tecnologías con una mayor eficiencia

espectral, problemas financieros, problemas jurídicos o estrategia para debilitar la competencia.

Adicionalmente a esta problemática, se debe contar con el hecho de que la demanda por servicios de datos inalámbricos crece de forma exponencial, bien sea por la aparición de dispositivos cada vez más económicos que son accesibles a un número enorme de la población o por la llegada de nuevos servicios y aplicaciones que sin ninguna duda ejercen una presión sin precedentes a las redes de telecomunicaciones, esencialmente a las redes que hacen uso del espectro radioeléctrico. Lo que llevará directamente a que el espectro necesario para contener este crecimiento y demanda será insuficiente.

Por tal motivo, los entes reguladores deben anticipar la utilización futura del espectro, basándose en el estado actual del desarrollo, tendencias en el uso y atribuciones nuevas de frecuencias.

Otra de las importantes tareas que forman parte de la gestión y planeación del espectro, es la de analizar el estado de ocupación y uso del mismo, dado que como ya fue descrito con anterioridad, puede ser que este recurso no esté siendo utilizado eficazmente, dando lugar a la sub-explotación de este recurso, afectando con esto una serie de factores que hoy en día son considerados clave para el sano desarrollo de las economías modernas.

Es claro que al darse un avance tecnológico que puede hacer más eficiente el uso de las bandas de frecuencias de un determinado segmento del espectro radioeléctrico, el Gobierno debe ejercer su dominio directo a través de Min Tic sobre el espectro radioeléctrico. La eficiencia en el uso y la explotación del espectro debe estar determinada a otorgar el mayor beneficio a los usuarios con el menor costo posible, atendiendo sus necesidades de demanda, cobertura, calidad y servicios.

En la siguiente grafica (Ver Figura 3) se observa el comportamiento del trafico a nivel mundial en los últimos 2 años, y se puede determinar que se sextuplico del 2011 al 2013.

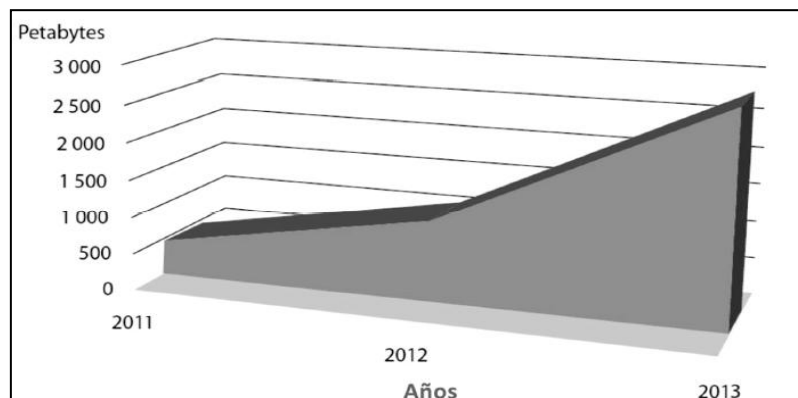


Figura 3 Crecimiento de tráfico de Datos 2010 - 2013
Fuente: Informe UIT-R M.2234, 2014

En el Informe M-2072 del UIT-R se proporcionan estimaciones sobre el tráfico de voz móvil y el servicio de datos para un periodo de 2010 a 2020, el que arrojó un Índice de Crecimiento Compuesto Anual (CAGR) del 12%.

Para sustentar mas nuestras estimaciones se analizó incremento del uso de servicios móviles como resultado de la utilización de dispositivos como smartphones y tablets, el tráfico de datos fue mucho más agresivo en su crecimiento llegando a ser cuatro veces más que lo previsto por la UIT, entonces el CAGR real seria del 54%. (Estimaciones de Analysys Mason, 2012).

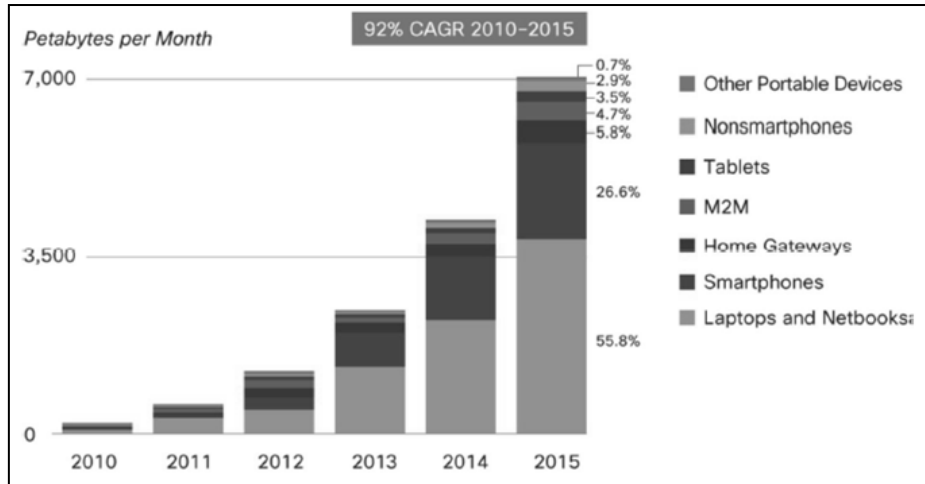


Figura 4 CAGR 2010 – 2015, por tipo de dispositivo.
Fuente: Visual Networking Index (VNI), 2012

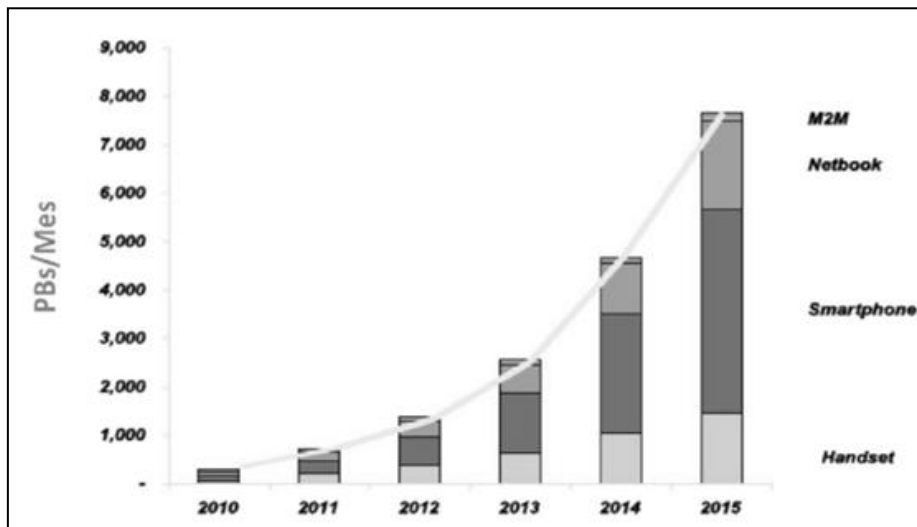


Figura 5 Crecimiento agregado de datos por tipo de dispositivo.
Fuente: ALU Forecast, 2010

En las figuras 4 y 5 se observa como del 2010 al 2015 el crecimiento de la demanda de datos por tráfico o por tipos de dispositivo se eleva exponencialmente. Las necesidades nacientes de los usuarios de servicios móviles demandan un servicio

que exige el acceso a los mismos servicios y aplicaciones que antiguamente se realizaban por redes fijas, derivando en un fuerte crecimiento del mercado de aplicaciones móviles.

La diversidad de dispositivos lanzados al mercado aumentan el crecimiento de aplicaciones y servicios conectados a internet móvil continuamente, cambios que originará que el tráfico mundial de datos móviles se incremente 26 veces entre 2010 y 2015, lo que representa una tasa de crecimiento interanual del 92%.

“Se espera que para el año 2015 exista un dispositivo móvil con conexión a Internet por cada habitante del mundo, que en estadísticas serían 7.2 millones de personas según las Naciones Unidas frente a más de 7.1 millones de conexiones móviles de terminales de mano, otros dispositivos y nodos entre máquinas, excluyendo las conexiones Wi-Fi ” (Visual Networking Index (VNI), 2012).

4.2 OPTIMIZACION DEL ESPECTRO

Se realizó un estudio para bandas del espectro entre 136 MHz y 3700 MHz, espectro considerado de mayor importancia por el beneficio que representa su utilización para servicios de red móvil. Es de gran importancia destacar que no se trata de una revisión exhaustiva del espectro radioeléctrico, solo se tiene como objetivo tener la visión general de la mayor cantidad posible de espectro para optimizar todos sus servicios. La información se encuentra identificada y plasmada en el Anexo 3.

Para este estudio se dividieron los posibles tratamientos que se pueden utilizar de acuerdo a la frecuencia estudiada en reordenamiento, recuperación y asignación, reasignación e Identificación.

A continuación se describen cada uno de estos mecanismos y el fin que se desea lograr con cada uno de ellos. Es posible que en algunos casos se requiera la ejecución de más de una acción o que existan diversas vías regulatorias para obtener el mismo resultado.

4.2.1 Reordenamiento

Consiste en la reorganización y reagrupación de segmentos de espectro, manteniendo el uso actual de la banda. Aplica cuando la banda ha sido segmentada y asignada de manera dispersa y desordenada y se busca optimizar el uso del espectro

4.2.2 Recuperación y asignación

Cosiste en simplificar la administración del espectro. Aplica cuando la banda está siendo subutilizada por el dueño de la asignación.

4.2.3 Reasignación

Radica en cambiar la asignación existente de una banda para que sea utilizada en telefonía móvil. Aplica cuando una banda identificada para telefonía celular esta siendo utilizada para diferentes propósitos. Se debe atender la capacidad demandada por aplicaciones de banda ancha fija y móvil

4.2.4 Identificación

Se busca con ese tratamiento proponer al MinTic la identificación de bandas de frecuencias que puedan ser utilizadas como Backup de datos y voz. Aplica para bandas no identificadas aun, independientemente del uso actual de las mismas. Se busca promover la discusión sobre bandas candidatas e incrementar la cantidad de espectro disponible para satisfacer la demanda a mediano y largo.

Una vez determinados los tratamientos se presenta el análisis para cada una de las bandas potenciales en el que se incluye un resumen de la actual situación de uso y ocupación de la banda. Se busca definir el nivel de atención que requiere el tratamiento de esta banda y reduce a un cuadro de resumen para obtener el espectro apto para ser optimizado.

4.3 ANALISIS FUTURA SATURACION

Para identificar la cantidad de espectro necesaria que se debe tener disponible en el futuro para la atención de todo el tráfico que se encuentra estimado en la ciudad de Bogotá. Se realizo un estudio por asignación de bandas, con el fin de localizar los espacios vacios o libres del espectro Electromagnético y poder diagnosticar si realizando los proyectos y planes de acción planificados se lograra atender esta demanda.

TABLA 5. Predicción de requerimiento de espectro para la Ciudad de Bogotá – Colombia.

Tipo de demanda	Necesidad total de espectro (MHz)		
	2010	2015	2020
Baja	760	1300	1280
Alta	840	1300	1720

Fuente: Elaboración propia, 2014.

En la Tabla 1 se presentan las predicciones de requerimiento de espectro para Bogotá, de acuerdo a las estadísticas encontradas en (Visual Networking Index (VNI), 2012), (Estimaciones de Analysys Mason, 2012), la Agencia Nacional del Espectro (ANE) y el informe de la M-2072 del UIT-R.

Teniendo en cuenta los resultados, se entiende que para el 2020 el ancho de banda necesitado para contrarrestar la demanda de datos móviles de la ciudad de Bogotá se acercara a 1720 MHz.

De acuerdo a la optimización del espectro plasmada en el Anexo 3, y realizando un resumen de MHZ disponibles por banda, se obtuvo esta tabla.

TABLA 6. Espectro libre o vacío identificado. (Ver anexo 3)

Banda IMT	Ancho de banda (MHz)
450-470 MHz	20
698-960 MHz	262
1 710-2 025 MHz	315
2 110-2 200 MHz	90
2 300-2 400 MHz	100
2 500-2 690 MHz	190
3 400-3 600 MHz	200
Total IMT	1177

Fuente: Elaboración propia, 2014.

Es claro que para el 2020 el espacio activo en el espectro radioeléctrico será insuficiente para cubrir el ancho de banda demandado. Derivado de lo anterior se puede pronosticar un colapso en la red de telefonía celular para el año 2020.

5. CONCLUSIONES

Es totalmente indispensable que los organismos que en este artículo se definieron como los más influyentes para la telefonía celular, trabajen de forma solidaria para poder enfocar los esfuerzos en la mejora del presente y futuro de la descongestión de la red de telefonía celular en la ciudad de Bogotá.

El espectro radioeléctrico es un espacio finito que de acuerdo a la distribución de sus bandas se va ocupando y saturando. Teniendo en cuenta que el porcentaje apto para la telefonía celular es menor al 3% de su capacidad, es de carácter urgente y obligatorio que el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones realice un estudio de ocupación efectiva de los espectros asignados a servicios diferentes a la telefonía celular dentro de las bandas de 700MHz y 6000MHz.

El despliegue de infraestructura esperado para la ciudad de Bogotá se encuentra retardado por el grado de congestionamiento de torres y azoteas y por la poca colaboración de la comunidad al ir en contra de cualquier tipo de acercamiento a antenas por miedo a la radiación por ellas producidas y que por la poca socialización de los temas de telefonía celular se han generado.

Es necesaria la implementación de una ley que permita la utilización de los espacios en blanco o vacíos del espectro radioeléctrico para re direccionar tráfico en los momentos en que la red se encuentre en estados críticos de saturación. Esta Ley debe de estar acompañada de la utilización de tecnología de punta para redireccionamiento de tráfico de datos entre frecuencias.

La asignación de espectro adicional debe de ir de la mano con el despliegue de infraestructura por cada uno de los operadores y la socialización de esta masificación por parte del ministerio de las Tic y sus entes colaboradores, para evitar que las comunidades por desconocimiento de normas y estudios realizados, interceda en con estas construcciones y debilite la red en zonas específicas.

Si no se realizan cambios en la norma, y solo se dispone de la optimización del espectro actual con el que cuenta la ciudad de Bogotá, Colombia. Se tendrá un colapso en la red de telefonía celular inminente para el año 2020.

Si se reorganiza el espectro mediante una buena planificación, la nueva utilización de una banda liberada logrará que el espectro se utilice más eficazmente y que se provean a la sociedad servicios más robustos.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1] ACADEMIA. (2014), La liberación del espectro radioeléctrico en la unión europea. Extraído el 29 de agosto de 2014 de: https://www.academia.edu/1048158/La_liberizacion_del_espectro_radioelectrico_en_la_Union_Europea.
- [2] ANE (2014). Plan de acción. Extraído el 18 de agosto de 2014 de: <http://www.ane.gov.co/index.php/component/jdownloads/finish/3/851.html?Itemid=0>
- [3] CISCO (2011). Cisco Visual Networking Index. Extraído el 10 de agosto de 2014 de: http://www.cisco.com/en/US/solutions/collateral/ns341/ns525/ns537/ns705/ns827/white_paper_c11-520862
- [4] COFETEL (2008). Comisión Federal de Telecomunicaciones. Extraído el 02 de agosto de 2014 de: http://www.cofetel.gob.mx/en/Cofetel_2008/Cofe_programa_sobre_bandas_de_frecuencias_del_espe
- [5] FEDESARROLLO (2013). La calidad de la telefonía móvil en Colombia. Extraído el 18 de agosto de 2014 de: http://www.fedesarrollo.org.co/wp-content/uploads/2013/06/Fedesarrollo-Coyuntura-TIC-22_09_2013TIC-Septiembre_2103.
- [6] IFT (2012). Estimaciones de Analsys de Mason. Extraído el 18 de septiembre de 2014 de: <http://www.ift.org.mx/iftweb/wp-content/uploads/2012/04/Documentaci%C3%B3n-de-los-modelos.pdf>
- [7] INFOTECHNOLOGY. (2014), La saturación del espectro de Estados Unidos. Extraído el 29 de agosto de 2014 de: <http://www.infotechnology.com/revista/La-saturacion-del-espectro-deEstadosUnidos-que-no-fue-20130708-0003.html>.
- [8] ITU (2006). Recomendación UIT-R SM.1046-2. Extraído el 8 de septiembre de 2014 de: <http://www.itu.int/rec/R-REC-SM.1046/es>.
- [9] ITU (2014). Recomendación ITU-R SM.1603-2. Extraído el 8 de septiembre de 2014 de: <http://www.itu.int/rec/R-REC-SM.1603/es>.
- [10] ITU (2014). Recomendación ITU-R SM.2234-2. Extraído el 8 de septiembre de 2014 de: <http://www.itu.int/rec/R-REC-SM.2234/es>.
- [11] ITU (2010). Recomendación ITU-R SM.2072-2. Extraído el 8 de septiembre de 2014 de: <http://www.itu.int/rec/R-REC-SM.2072/es>.
- [12] MINTIC (2010). Plan Vive Digital. Extraído el 12 de septiembre de 2014 de: <http://vivedigital.gov.co/>

[13] MTC (2011). Plan Nacional para el Desarrollo de la Banda Ancha. Extraído el 17 de septiembre de 2014 de: https://www.mtc.gob.pe/portal/proyecto_banda_ancha/Plan%20Banda%20Ancha%20vf.pdf

[14] SCF ASSOCIATES LTD (2007). Economic Impacts of Alternative Uses of the Digital Dividend. Extraído el 05 de septiembre de 2014 de: <http://camfordassociates.com/wp-content/uploads/2010/11/DD-Final-PUBLIC-Report v10.1.pdf>