

2 Distribución del espectro radioeléctrico y esquemas de asignación de ancho de banda en Colombia y su relación con el nivel de desarrollo de los servicios móviles en Colombia.

En Colombia la telefonía móvil celular se aprobó con la Ley 37 de enero de 1993 la cual permite al ministerio de Comunicaciones adjudicar la concesión del servicio de TMC y se reglamentó con la el decreto 741 del 20 de abril de 1993. Por diversos motivos la TMC llega al país 15 años después que se inauguraré la primera red móvil en Japón (3 de diciembre de 1979) y se instala con tecnología de primera generación cuando ya existía tecnología digital de segunda generación lo cual se traduce en un desarrollo lento de la TMC en el país porque se recorre un camino que ya había sido transitado por los países pioneros de esta tecnología y no se aprovechan los avances que ya existían en la época, se concluye entonces que se instaló una tecnología obsoleta (21).

La subasta ha sido un medio utilizado para la adquisición de diversos bienes desde obras de arte hasta las recientemente realizadas por los diversos estados para otorgar las concesiones para explotar el espectro radioeléctrico. De acuerdo con la teoría moderna una compraventa puede darse de tres formas: 1) *Mercado*: el mercado aplica cuando hay muchos compradores y muchos vendedores 2) *Negociación*: ocurre cuando solo hay un comprador y un vendedor 3) *Subasta*: cuando un vendedor enfrenta muchos compradores potenciales o cuando un comprador enfrenta muchos vendedores potenciales. La subasta ha sido muy utilizada porque se considera un método más claro que la negociación porque las reglas están impuestas desde el principio y por la globalización que causa que cada día haya mayor cantidad de interesados en el bien subastado y por último la negociación puede prolongarse por mucho tiempo. De acuerdo con esto los gobiernos están casi obligados a utilizar este método para las adquisiciones, concesiones y enajenaciones relevantes a través de una subasta pública (22).

La subasta puede definirse como un mecanismo de asignación, en la cual compiten varios demandantes u oferentes por bienes o servicios, obteniéndose al final un ganador y un precio, otra característica importante de la subasta es la asimetría de información, puesto que cada participante conoce solo lo que está dispuesto a pagar por el objeto subastado pero no lo que los demás. Igualmente el subastador desconoce esta información de cada uno de los oferentes (23).

La subasta finalmente busca la manera más eficiente de asignar un recurso, en este caso el espectro radioeléctrico. Sin embargo no se busca solo eficiencia, también se busca ampliar el mercado introducir competencia o inclusive otorgar ciertos bienes a determinados grupos minoritarios o cualquier otro motivo que pueda tener el estado al privatizar o concesionar un activo. Como ha venido mostrando la evolución de las subasta de espectro en las diferentes regiones del mundo y conjunto con los avances más recientes en el campo de la asignación de bienes públicos a diversos agentes se evidencia que la tradicionalmente utilizada subasta a sobre cerrado se está sustituyendo por el método de subastas de precios ascendentes cuando lo que se quiere es vender o concesionar un grupo de activos del estado que presentan complementariedades o sustitución entre sí (24). En el anexo D se realiza una descripción de los tipos de subasta.

Existen otros métodos para la asignación de espectro, la *lotería y los procesos administrativos*. La lotería fue utilizada por la *Federal Communications Commission FCC*³⁶ para la primera asignación de espectro en TMC en USA pero se concluyó que no era un proceso eficiente porque podía participar cualquier persona prestándose para la especulación. Los procesos administrativos consiste en que se asigna el recurso de forma unilateral a cierto grupo interesado por lo tanto se puede interpretar y prestar para la corrupción. Un ejemplo de proceso administrativo fue la asignación en Colombia de la banda de 3.5GHz para Wimax para tres operadores de cobertura nacional (ETB, Telecom y Orbitel) proceso que una vez finalizado fue demandado argumentando los demandantes que se había violado el derecho a la igualdad al tratarse de un recurso escaso aunque el estado contraargumento que la presencia nacional de estos operadores permitirían sinergias en la redes cableadas e inalámbricas promoviendo el desarrollo de los servicios (25).

2.1 Procesos de asignación de espectro en Colombia

En Colombia hasta este momento se han realizado tres procesos de subastas públicas de espectro radioeléctrico para la explotación de servicios móviles, ha habido otros procesos de adjudicación de espectro pero estos han sido realizados por procesos administrativos y salvo los de asignación de espectro adicional para los operadores móviles, que se analizará más adelante, el resto están fuera del alcance de esta tesis. En el anexo E se encuentra una descripción detallada del proceso y resultado de la primera adjudicación de TMC en Colombia, en total el gobierno Colombiano se benefició con un total US \$1, 187,471.943.

Este dinero obtenido por el Estado colombiano, convirtió esta licitación en una de las más costosas a nivel mundial, la Tabla 2-1 resume los valores pagados por cada uno de los operadores y los contrasta con el valor correspondiente a cada habitante según la población de 1994. Si contrastamos este dato con el salario mínimo legal de 1994 \$98700 unos US\$120.4 podemos ver que el costo para cada habitante fue del 25.88% de un salario mínimo lo cual es un valor muy alto si lo comparamos con que en otros países donde el proceso de adjudicación inicial no fue por subasta y los beneficiarios no pagaron costos al Estado y por lo tanto este ahorro se vio reflejado en una alta inversión en tecnología y cobertura a unos precios razonables.

Es importante anotar que hasta 1990 todos los países que implementaron la tecnología celular usaban los procesos administrativos o las loterías para entregar las licencias a las empresas que querían prestar un servicio de TMC, solo fue a partir de 1990 cuando se comenzaron a utilizar las subastas como método para realizar la adjudicación de espectro. El primer país en utilizar este método fue Nueva Zelanda, y desde ese entonces fue utilizado como método por muchos países como el Reino Unido, India, Colombia, Hungría y Argentina (26). De acuerdo con lo anterior solo se puede establecer un punto de comparación en los procesos de subastas de PCS, porque mientras en Colombia se estaba subastando las licencias básicas para la prestación del servicio de TMC en otros países ya se estaba hablando de las licencias de PCS. Un ejemplo de esto fue la creación de un duopolio a través de un proceso administrativo en Estados Unidos donde la FCC entrego los primeros 40MHz para utilizarse en TMC, 20 MHz para cada operador (27).

³⁶ Federal Communications Commission: entidad encargada de regular las comunicaciones en Estados Unidos

Tabla 2-1. Valor pagado por cada operador y el valor correspondiente a cada ciudadano según la población de la época (28).

Empresa	Región	Población	Valor en millones de pesos	Valor en US\$	Valor por habitante US\$
Cocelco	Oriental	15907555	129600	158095052	9.94
Occel	Oriental	15907555	123120	150190300	9.44
Celumovil	Occidental	14193000	272800	332780326	23.45
Comcel	Occidental	14193000	259161	316142530	22.27
Celumovil de la costa	Costa atlantica	8010899	96800	118083341	14.74
Celcaribe	Costa atlantica	8010899	91961	112180394	14.00
Totales		38111453	973442	1187471	31.16

Luego del éxito económico logrado con las subastas iniciales que establecieron la entrada de la telefonía móvil celular al país en 1994, la Ley 555 de 2000 define las reglas para la entrada de los servicios PCS al país, así mismo establece la metodología para entregar las concesiones a los operadores y nuevamente fue escogido el método de la subasta enfocándose en obtener el mayor beneficio económico para la nación, tal como se había logrado con la anterior subasta. En el anexo F se encuentra una descripción detallada del proceso de licenciamiento de bandas PCS. El resultado final de todo este proceso fue que se presentó una sola compañía llamada Colombia Móvil S.A, la cual ganó los derechos para prestar el servicio en las tres zonas definidas: oriental, occidente y atlántica el valor que pago fue de US\$ 56 millones, cuando el monto mínimo establecido por el gobierno fue de US\$ 55.94 millones.

Finalmente para 2004 en el país se tenían establecidos 2 operadores de telefonía móvil celular y un operador PCS, después de dos procesos de subasta uno muy exitoso desde el punto de vista económico el de la TMC en 1993 y uno no tan exitoso el de PCS en 2003. Cada operador TMC tenía adjudicados 25 MHz y el operador PCS tenía 20MHz, pero con la llegada de nuevas tendencias y servicios móviles video-llamadas, banda ancha móvil, IpTV entre otros y sumado a la convivencia en la misma banda de frecuencia de varias tecnologías AMPS, TDMA y GSM para el caso de Comcel y TDMA y CDMA para el caso Movistar³⁷ y con las tendencia creciente de número de usuarios y haciéndolo constar en documentos presentados ante el ministerio de manera oficial los operadores de TMC solicitaron espectro adicional tal como consta en el decreto 4234 de 2004. En respuesta a esto el ministerio emitió un documento público denominado "*Propuesta para el otorgamiento de espectro adicional a los operadores de Telefonía Móvil Celular en Colombia*" (29), el cual fue debatido en un comunicado conjunto de ETB, UNE y OLA³⁸ denominado: Observaciones al documento "Propuesta para el Otorgamiento de Espectro Adicional a los Operadores de Telefonía Móvil Celular en Colombia" el cual fundamentalmente argumenta que el nuevo proceso de adjudicación debe realizarse a través de subasta pública. Luego el ministerio de Comunicaciones, de cierta forma ignorando los argumentos del documento anteriormente mencionado, emitió las resoluciones que reservaban ciertas bandas de frecuencias para ser exclusivas para las adjudicaciones de espectro adicional, así:

- La Resolución 908 de 2003 del Ministerio de Comunicaciones, atribuyó, de forma exclusiva, las bandas de frecuencias de 1890 a 1895 MHz y 1970 a 1975 MHz, para ser utilizadas durante la vigencia de las concesiones adicionales de los Servicios de Comunicación Personal -PCS-, de acuerdo con lo establecido en el artículo 12 de la ley 555 de febrero 2 de 2000.

³⁷ Bellsouth en 2004

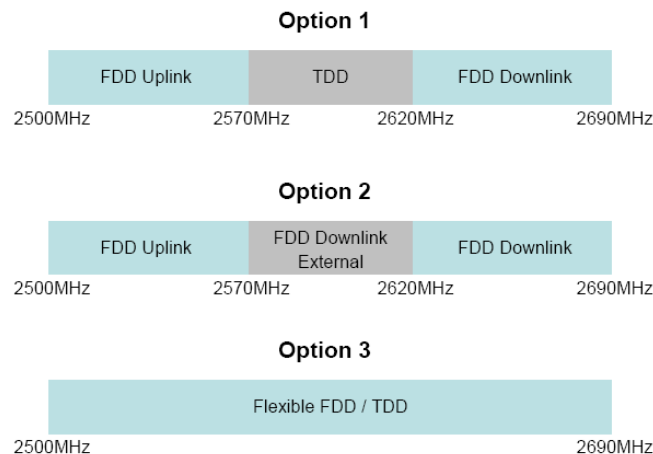
³⁸ Actual Tigo

- La Resolución 2720 de 2004 del Ministerio de Comunicaciones, atribuyó, de forma exclusiva, las bandas de frecuencias de 1877,5 a 1885 MHz y de 1957,5 a 1965 MHz, como espectro adicional, para ser utilizadas para la prestación del servicio de Telefonía Móvil Celular TMC, de acuerdo a lo establecido en el Decreto 4234 de 2004
- Que la Resolución 508 de 2005 del Ministerio de Comunicaciones, atribuyó, de forma exclusiva, las bandas de frecuencias de 1870 a 1877,5 MHz y de 1950 a 1957,5 MHz, como espectro adicional, para ser utilizadas para la prestación del servicio de Telefonía Móvil Celular TMC, de acuerdo a lo establecido en el Decreto 4234 de 2004.

Con el decreto 4234 de 2004 se fija un nuevo tope de asignación de ancho de banda por operador a 40 MHz los cuales serán solicitados de acuerdo con las condiciones estipuladas en el mismo. Posteriormente el ministerio de Comunicaciones expidió la resolución 332 de 2007 en la cual establecen las bandas entre 1710 y 2025 MHz y entre 2100 y 2200 para los servicios móviles terrestres. Luego, mediante el decreto 4722 de 2009 el cual derogó el decreto 4234 de 2004 realiza una nueva ampliación del tope de espectro asignado a cada operador a 55MHz con los cuales se espera que los tres operadores establecidos logren satisfacer las demandas de crecimiento en servicios de tercera generación.

La última asignación de espectro fue realizada el 9 de junio de 2010, bajo las resoluciones del Ministerio de Comunicaciones 250 de 2010, 469 de 2010 y 833 de 2010, se entregó a la empresa *UNE EPM Telecomunicaciones S.A* un total de 50 MHz en la banda de 2.6GHz. Atendiendo las recomendaciones de la UIT Colombia selecciono la opción 1 propuesta por esta organización, ver Figura 2-1 acorde con la selección que hicieron países como Suecia, Reino Unido Noruega, Finlandia Hong Kong, y Chile (30). Para el país esto significa que fácilmente se integrara con las economías de escala tanto en equipos de red como en terminales.

Figura 2-1. Opciones de la ITU para la banda 2.6GHz (30)



- Opción 1: incluye una mezcla de espectro pareado y no pareado en una configuración estándar que ha sido formulada para evitar problemas de interferencia entre los modos de operación FDD y TDD.
- Opción 2. No incluye espectro no pareado y deja el Segundo miembro de cada par indeterminado. Es decir, las bandas superior central e inferior están en espectro pareado (enlace descendente), pero la asignación del otro miembro par (enlace ascendente) no está especificada.
- Opción 3. Permite libertad en la selección de la cantidad de espectro asignado en los bloques pareados (operación FDD) y no pareados (operación TDD).

2.2 Distribución del espectro radioeléctrico en Colombia para los operadores móviles y de PCS

Después de todos estos procesos actualmente se tiene las siguientes bandas de frecuencias para cada operador y se tiene la legislación para ampliarlas en un futuro hasta un tope de 55MHz, de acuerdo con el decreto 4722 de 2009, aunque las frecuencias para asignar aun no han sido definidas. Finalmente con la reciente asignación de espectro en la banda de 2.6GHz aparece un nuevo operador ubicado como se muestra en la Figura 2-2.

Figura 2-2. Asignación de espectro de los operadores de TMC³⁹.

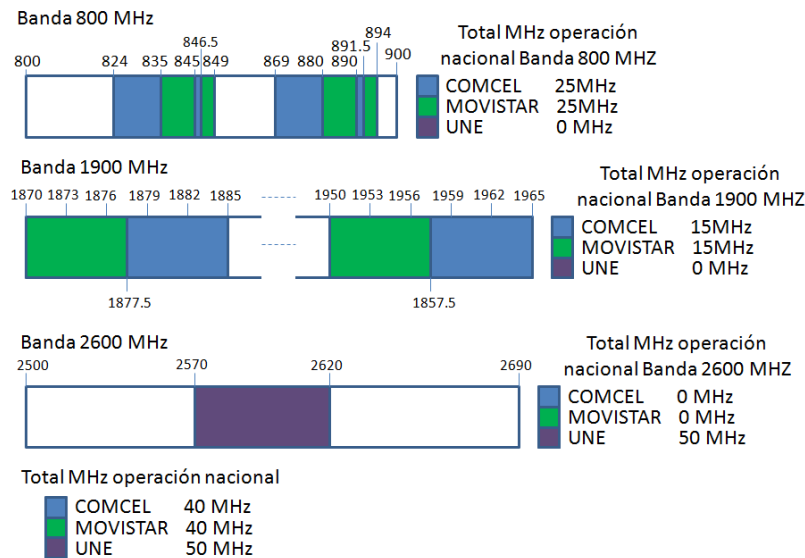
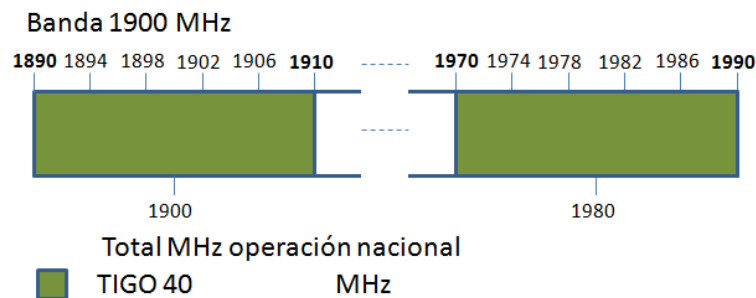


Figura 2-3. Asignación de espectro en los operadores PCS⁴⁰.



De la figura 2-3 se observa claramente que se tienen asignado 170 MHz para un total de 4 operadores lo cual muestra que en Colombia se está formando un mercado con un buen número de participantes lo que se refleja en mejor cobertura, mejores precios y en general un mejor servicio para los usuarios de servicios móviles. También crea un ambiente propicio para la aparición de MVNO debido a la gran capacidad instalada que en un futuro cercano tendrán estos operadores, los cuales tienen que tener un buen retorno a la inversión sea a través del mercado masivo, negociaciones con MVNO o una combinación de ambas. Esto se comprueba con la existencia de dos MVNO UNE como prestador de BAM y UFF como prestador de TMC, este ultimo inicialmente ingresa solo prestando servicios de voz, sin comercializar equipos y sin

³⁹ Elaboración propia con base en Documento de Política Banda 2.500 a 2.690 MHz Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones

⁴⁰ Elaboración propia con base en Documento de Política Banda 2.500 a 2.690 MHz Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones

contratos de permanencia tal vez este último factor sea uno de los más atractivos para el nicho de mercado que espera explorar este nuevo jugador de TMC.

2.3 Agencia Nacional del Espectro ANE

Con la publicación de la ley 1341 de 2009 “por la cual se definen principios y conceptos sobre la sociedad de la información y la organización de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones –TIC–, se crea la Agencia Nacional de Espectro y se dictan otras disposiciones”, se crea la Agencia Nacional del Espectro ANE, cuya principal función es brindar el soporte técnico para la gestión y planeación, la vigilancia y control, en coordinación con las diferentes autoridades que tengan funciones o actividades relacionadas con el mismo, es la entidad encargada de investigar e identificar las nuevas tendencias nacionales e internacionales en cuando a la administración, vigilancia y control del espectro⁴¹. Respecto a la banda de 2.6GHz, la ANE lidera el proceso de limpieza de esta banda para dejarla disponible para las comunicaciones IMT-avanzadas de acuerdo la Resolución 909 del 17 de Abril de 2009, expedida por el MINTIC.

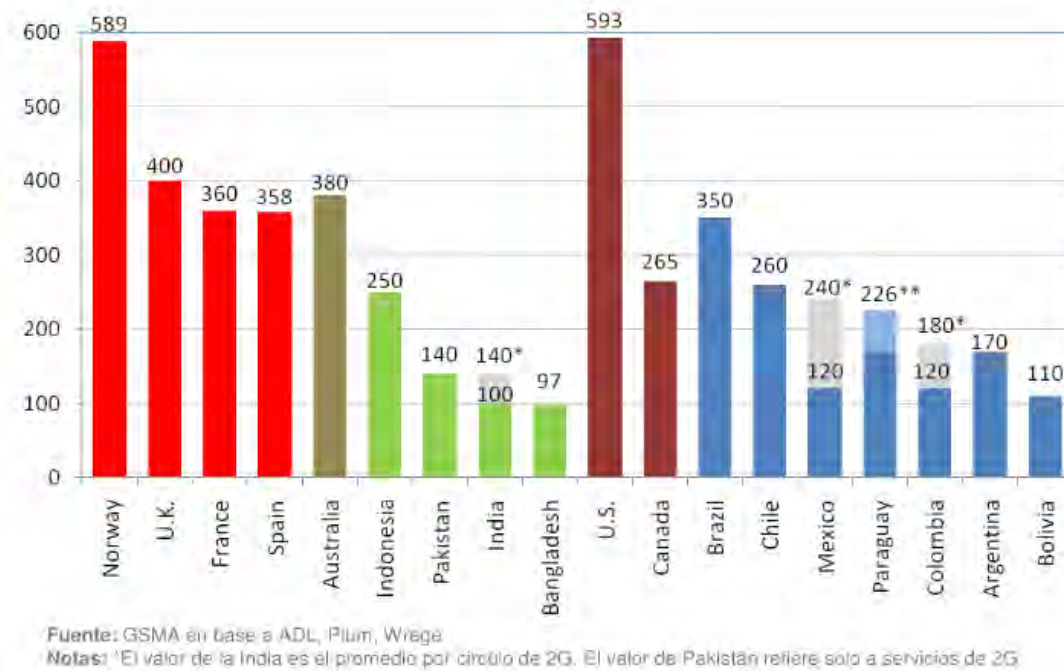
2.4 Nivel de desarrollo de los servicios móviles

Un indicador del nivel de desarrollo de los servicios móviles es la cantidad de espectro asignado entre sus operadores para esto se analiza los países con mayor cantidad de espectro asignado y el nivel de desarrollo de los servicios móviles.

2.4.1 Asignación de espectro a nivel mundial y regional

La Figura 2-4 muestra la distribución de ancho de banda asignado para todos los operadores en diversos países, los países con mayor ancho de banda asignado son aquellos que tienen un nivel de desarrollo económico muy alto y a medida que las economías de un país comienzan a surgir también aumentan los anchos de banda asignados como es el caso de Brasil.

Figura 2-4. Países con mayor espectro asignado (31)



⁴¹ Tomado de la ley 1341 de 2009 capítulo II, artículo 26

Es clara la brecha que existe en la cantidad de espectro asignada en los países europeos y en los países latinoamericanos, con la tendencia de Brasil en convertirse la excepción. En (32), se plantea dos hipótesis para esta diferencia:

- a) Hipótesis de mercado: En América Latina la demanda de servicios móviles no justifica una asignación mayor de espectro. La menor cantidad de espectro optimizaría el uso del recurso siendo las frecuencias marginales más productivas.
- b) Una hipótesis Regulatoria: las autoridades regulatorias de la región tienen el acceso al espectro restringido de manera ineficiente, argumentando conservación del ancho de banda. Lo que sugiere que no hay fallas desde el punto de vista del mercado.

Una forma de mantener bajo los niveles de asignación de espectro es imponiendo topes máximos de espectro por operador, estos han sido introducidos con el fin de promover la competencia en los servicios móviles evitando que un operador o un pequeño grupo de operadores concentre todo el espectro disponible creándose así un monopolio. La tendencia mundial es eliminar los topes de espectro sin embargo a nivel latinoamericano la tendencia ha sido mantenerlos, en cambio lo que se ha hecho es que los topes se han ampliado debido a la creciente demanda de servicios de banda ancha móvil, las nuevas bandas de frecuencias que se han establecido por parte de la UIT para la prestación de servicios móviles o la adquisición temprana de espectro por parte de los operadores para anticiparse al crecimiento de los servicios móviles. Por el contrario en Norteamérica y en Europa los topes de espectro que existían en los desarrollos iniciales de los servicios móviles se ha eliminado, por ejemplo la reciente asignación de espectro realizada en Suecia para la banda de 2.6GHz garantizó una parte para los operadores existentes y otra parte para la entrada de nuevos operadores, ese es un caso muy exitoso donde se garantiza la competencia pero donde también es claro que los operadores establecidos deben de mantener un crecimiento en calidad y servicios ofrecidos, en contraste en Colombia, esa misma asignación automáticamente dejó por fuera de posibilidad de participación a los operadores establecidos. La Tabla 2-2 muestra que los países con mayor cantidad de espectro asignado han eliminado los topes de espectro por operador.

Tabla 2-2. Promedio de espectro asignado por operador y topes de espectro en países Europeos y Latinoamericanos (31).

Europa y Estados Unidos			América Latina		
(incluye los resultados de la licitación de 700 MHz en 2008) ¹⁾					
País/ Región / Operador	Espectro por Operador, MHz	Límite de Espectro	País	Límite, MHz ³⁾	Comentarios
Europa Promedio	92.6	No	Argentina	50	A fines de 2008 se anunció un plan para adjudicar la banda 1.7-2.1GHz (AWS) y 3.5GHz en 2009.
Alemania	65	No			
Reino Unido	82.2	No ²⁾	Brasil	85	Aumentó de 50 a 85MHz el límite de espectro para la licitación de 3G (fines de 2007). Esta en discusión como estructurar la banda de 2.6GHz
Francia	138.5	No			
Italia	72.7	No	Chile	60	Operadores incumbentes quedaron fuera de la licitación de banda 1.7-2.1GHz para 3G.
España	100.6	No			
Suecia	92	No	Colombia	40>65	La banda AWS ha sido reservada para servicios de banda ancha. Lanzó consulta pública para la banda 2.6GHz.
Dinamarca	118.4	No			
EEUU – Verizon Wire.	Prom. Nacional~89	No			
EEUU – AT&T Mobility	Prom. Nacional~96	No	México	65>80	La Comisión Federal de Competencia (CFC) subastará un remanente en 1900MHz y 1.7-2.1GHz (AWS). El límite aumentaría a 80MHz por operador
EEUU – T-Mobile	Prom. Nacional~75	No			

Notas:
 1) Spectrum cap of 55 MHz was abolished in 2003 (it had earlier been increased from 45 MHz), but FCC introduced a 70 MHz screening guideline for reviewing mergers, which was raised to 95MHz for the 700 MHz auction – after the 700 MHz auction AT&T Mobility and Verizon Wireless exceed this guideline in some areas (e.g. AT&T has a total of 124 MHz in the Dallas/Fort Worth area), which has led to a request from some quarters to reinstitute a spectrum cap
 2) UK: "soft" cap being considered for 2.6GHz spectrum auction
 3) In some countries there are other sub-caps in specific bands in addition to the general cap.

Fuente: GSMA en base a Arthur D. Little estimado

Colombia no es la excepción a esta tendencia regional, aunque recientemente se amplió el tope de espectro a 55MHz bajo el Decreto 4722 diciembre 2 de 2009 estamos lejos de alcanzar los promedios mundiales de asignación total de espectro por operador mostrados en la Tabla 2-2. Esto repercute en los servicios que los operadores establecidos pueden ofrecer y finalmente en el usuario. El crecimiento de la banda ancha móvil es sin lugar a dudas el factor que más impulsa las necesidades de espectro de los operadores, en este servicio está su futuro crecimiento, así lo indica

los recientes datos estadísticos donde la penetración de la telefonía móvil esta cercana al 100%, mientras la banda ancha móvil esta en un proceso de expansión en usuarios y cobertura.

2.4.2 El índice de competitividad mundial y el desarrollo de los servicios móviles.

El desarrollo de un país y el desarrollo de los servicios móviles están directamente relacionados, así lo confirma al estar incluido dentro del noveno pilar del reporte de competitividad mundial **disponibilidad tecnológica (*Technological readiness*)** el cual esta dividido como sigue:

Tabla 2-3. Componentes del noveno pilar del índice de competitividad mundial

Componente del noveno pilar del CGI ⁴² Disponibilidad tecnológica	
Availability of latest technologies	
Firm-level technology absorption	
Laws relating to ICT	
FDI and technology transfer	
Mobile telephone subscriptions (hard data)	
Internet users (hard data)	
Personal computers (hard data)	
Broadband Internet subscribers (hard data)	

Los puntos *suscriptores de telefonía móvil* y *suscriptores de internet banda ancha* respectivamente indican claramente la relación entre un sector de servicios móviles desarrollado y la competitividad país (33), en la Tabla 2-4 se muestra esta relación.

Tabla 2-4. Espectro en un país y la posición en el índice de competitividad mundial

País	Espectro total asignado	Posición CGI
Noruega	589	14
Francia	360	16
Inglaterra	400	13
España	358	33
USA	593	2
Canadá	265	9
México	120	60
Colombia	170 ⁴³	69
Brasil	350	56
Chile	170	30
Argentina	170	85

Aunque con algunas excepciones, los países más competitivos a nivel mundial tienen gran cantidad de espectro asignado a sus operadores lo cual refleja un grado de desarrollo de los servicios móviles que incide en el índice de competitividad global de una nación.

⁴² Índice de Competitividad Global

⁴³ Se completa 170 con la reciente asignación de 50 MHz en la banda de 2.6GHz

2.4.3 Índice de desarrollo de los servicios móviles IDSM

Con el fin de establecer una medida del nivel de desarrollo de los servicios móviles en Colombia se tomaron algunos datos estadísticos realizados por diferentes entes internacionales como el Foro Económico Mundial y la UIT. Los elementos a tener en cuenta son los siguientes con su respectiva ponderación,

Tabla 2-5. Ponderación de las componentes del índice de desarrollo de los servicios móviles

Medida	Ponderación
Posición índice de competitividad mundial ICM (<i>Foro Económico Mundial</i>)	15%
Posición índice de desarrollo de las TIC IDI (<i>UIT</i>)	10%
Cantidad de espectro asignado a los operadores	35%
Penetración de la TMC	20%
Penetración de la banda ancha móvil BAM	20%

Tal como se observa en la Tabla 2-5 el componente con mayor importancia es el de cantidad de espectro asignado el cual es fundamental para un desarrollo óptimo de los servicios móviles. Los índices de competitividad mundial y el índice de desarrollo de las TIC contextualizan las medidas en el ámbito internacional y de cierta forma es una medida de control para el IDSM. Y por último la penetración de los dos servicios base en movilidad: *internet y voz* nos muestran el desarrollo del país hacia la cobertura universal.

Para calcular el valor final del IDSM se utiliza la siguiente ecuación matemática:

$$IDSM = \frac{1}{ICM} 15 + \frac{1}{IDI} 10 + \frac{ERE_a}{ERE_{MAX}} 35 + \frac{P_{TMC}}{100} 20 + \frac{P_{BAM}}{100} 20 \quad 2-1$$

Siendo

IDSM: Índice de desarrollo de los servicios móviles

IDI: Índice de desarrollo de las TIC

ERE_a: Espectro radioeléctrico asignado

ERE_{MAX}: Espectro radioeléctrico máximo definido por la UIT, 1720 MHz para mercados de alta demanda (34)

P_{TMC}: penetración de la TMC en porcentaje

P_{BAM}: penetración de la BAM en porcentaje

De la ecuación 2-1 se concluye que el máximo valor para el IDSM será 100 pero este solo se tendrá cuando algún país llegue a tener asignados los 1720 MHz proyectados por la UIT-R para el año 2020

Para ilustrar lo anterior se muestra el cálculo para Colombia:

$$IDSM = \frac{1}{69} 15 + \frac{1}{63} 10 + \frac{170}{1720} 35 + \frac{91.9}{100} 20 + \frac{1}{100} 20 = 4.2$$

Tabla 2-6. Índice de desarrollo de los servicios móviles

País	Posición ICM(2010- 2011)	Posición IDI (2010)	Espectro total	Penetración TMC [%] ⁴⁴	Penetración BAM [%] ⁴⁵	IDSMS
Colombia	69	63	170	91.9	1	4,2
Chile	30	54	170	88.1	2.4	4,8
Brasil	56	60	350	78.5	1.8	8,1
USA	2	19	593	86.8	26.3	25,5
México	60	77	240	69.4	1.7	5,7
Reino Unido	12	10	400	100	33.9	17,4
Alemania	7	13	288	100	21.8	13,3
España	33	25	358	100	38.9	16,1
Noruega	10	9	589	100	20.9	19,0

Los valores de la penetración de la TMC de los últimos 4 países correspondientes de Europa se aproximaron a 100 aunque en la realidad es un porcentaje mayor.

Observamos claramente que los países con mayor IDSMS son aquellos que tienen mayor espectro asignado e igualmente un mayor índice de competitividad, esto muestra que Colombia va en un camino adecuado para su desarrollo impulsado directamente por el desarrollo de los servicios móviles especialmente los de TMC y BAM, igualmente muestra unas condiciones técnico-económicas apropiadas para la entrada de MVNO.

⁴⁴ Fuente: UIT-D Measuring de information Society 2010

⁴⁵ Fuente: UIT-D Measuring de information Society 2010

3 Establecimiento del rango de frecuencias en el que es viable implementar LTE en Colombia manteniendo la compatibilidad y coexistencia con los sistemas anteriores.

LTE puede funcionar en diversas bandas de frecuencia y por supuesto en las bandas en la que los operadores colombianos están ubicados actualmente, lentamente estos tendrán que ir migrando hacia LTE pero pasaran varios años para los operadores establecidos completen este proceso, sin embargo en Colombia existe una coyuntura especial, recientemente fue asignada la banda de 2.6GHz a un nuevo operador y de acuerdo con sus últimos comunicados planea ser el primer operador en ofrecer una red comercial LTE en Suramérica lo cual para el sector móvil colombiano es algo muy positivo porque se completarían en total 4 operadores de servicios móviles todos con infraestructura propia esto de cierta forma puede promover la aparición de MVNO aprovechando la gran infraestructura móvil que va a tener instalada el país. Sin embargo para este nuevo operador móvil la banda de 2.6GHz tiene una desventaja, el radio de cobertura que se puede obtener es menor que por ejemplo en bandas como 850MHz, de acuerdo con lo anterior la banda apropiada para ofrecer LTE en Colombia sería la resultante del dividendo digital que tanto se ha hablado en diversos países pero que el país es lejano debido a que hace poco fue oficializado el estándar de televisión digital. En resumen la banda de 2.6GHz es la apropiada porque puede ser una banda universal y ser adecuada para la implementación de economías de escala. Según la ANE la banda de 2.6GHz es la apropiada para la implementación de las comunicaciones IMT-avanzadas es decir LTE. Luego tenemos tres proyecciones para la implementación de LTE en Colombia.

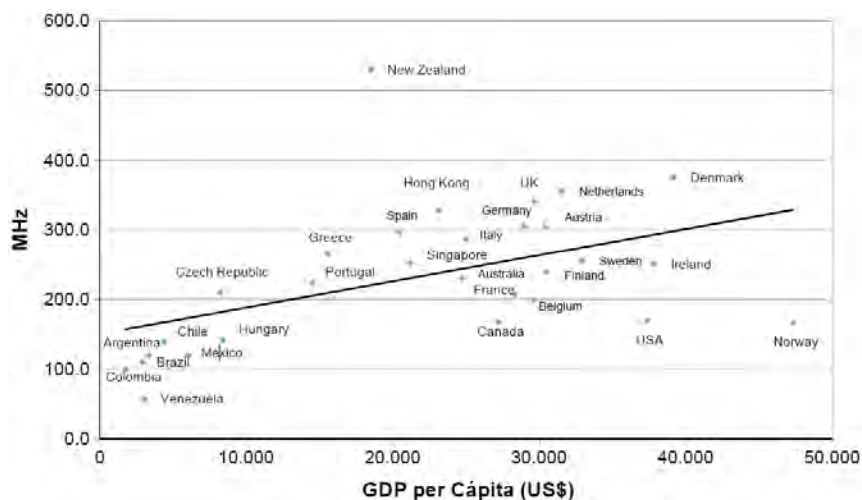
1. **Sobre las bandas ya entregadas en concesión a los operadores establecidos:** las bandas 850 MHz, 900MHz y las de PCS en 1900 MHz se pueden ir migrando lentamente LTE aprovechando la flexibilidad de la tecnología
2. **Sobre las bandas que se vayan asignando a los nuevos operadores:** las bandas de trabajo de LTE están acordadas por lo estandarizado por la UIT y se pueden utilizar bandas como la de 2.6GHz u otras que vayan entrando en proceso de licitación en el país de acuerdo con lo establecido por la UIT.
3. **Sobre nuevas bandas de frecuencia que se asignen a los operadores establecidos.** Las bandas que a los operadores establecidos sean concesionadas pueden ser utilizadas por estos para comenzar la migración hacia LTE.

Bajo este esquema los operadores que ya cuentan con infraestructura móvil instalada o que recién inician su operación con infraestructura móvil deben decidir sobre el tipo de implementación de los servicios sobre LTE (34) de la siguiente forma:

1. **Solo servicios de datos.** Aplica tanto para nuevos operadores como para los operadores existentes, aprovechando las ventajas de rendimiento de LTE para la banda ancha móvil.
2. **Solo servicios de datos sobre LTE y servicios de voz en 2G y 3G.** Aplica para operadores establecidos que deseen comenzar una transición suave hacia LTE.
3. **Servicios de voz y datos sobre LTE.** Aplican tanto para operadores establecidos como para los entrantes aprovechando la flexibilidad y rendimiento que brinda LTE.

En Colombia dada la situación actual del sector móvil se pueden dar las tres opciones, las dos primeras para los operadores establecidos y la última para los operadores que ingresen con nuevo espectro asignado. Tal como quedó demostrado anteriormente un país con un desarrollo adecuado del sector de los servicios móviles impacta en desarrollo económico es decir su producto interno bruto PI, en (32) se demuestra como el aumento del espectro asignado tiene una relación directa con el incremento del PIB per cápita, la Figura 3-1 ilustra de forma gráfica esta relación directa.

Figura 3-1. Espectro vs PIB per cápita (segundo trimestre de 2003) (32).



De acuerdo con lo anterior es claro que los países, desarrollados y en vía de desarrollo requieren aumentar la asignación de espectro para contribuir al bienestar de sus habitantes, en el ITU-R M.2078 (35) para el año 2020 los servicios móviles necesitaran mucho espectro asignado para cubrir el crecimiento de los servicios móviles

- 1.280 MHz para mercados de baja demanda (áreas rurales)
- 1.720 MHz para mercados de alta demanda (áreas urbanas)

Para los países Latinoamericanos, CITEEL recomienda que se necesitaran para 2020 el siguiente espectro asignado (CCPII/Rec 70 - XXII-02):

- 721MHz adicionales en áreas de baja demanda y
- 1161MHz en áreas de alta demanda.

La UIT ha definido para IMT las siguientes bandas de frecuencia⁴⁶, ver

Tabla 3-1. Bandas de frecuencias asignadas para IMT por la UIT., en total 1177 MHz pero no todas estas bandas están disponibles, con base en esto se detecta que la banda de 2.6GHz, en total 190 MHz, representa una gran oportunidad de desarrollo de los servicios móviles porque se puede adaptar a nivel mundial para las telecomunicaciones móviles terrestres. La banda 2.6GHz es la única que puede llegar a ser una banda global común para los servicios de banda ancha móvil comercial (36).

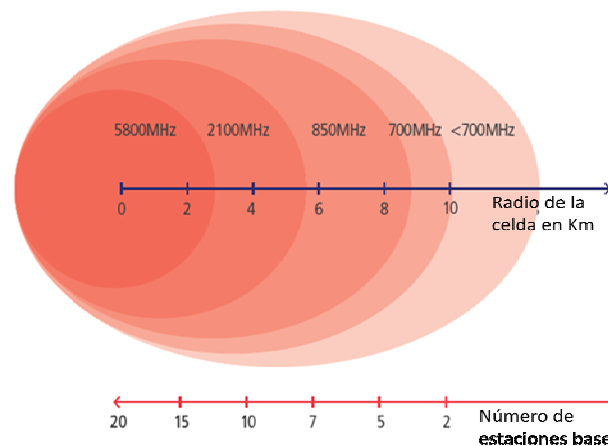
⁴⁶ A través de CAMR-92, la CMR-2000 y la CMR-07

Tabla 3-1. Bandas de frecuencias asignadas para IMT por la UIT.

Banda	Total de espectro [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	1177

Las bandas de frecuencia relativamente bajas 700-800 MHz (Dividendo Digital) por ejemplo tienen buen rendimiento y su costo de cobertura es inferior que los de bandas superiores 2.6 GHz pero permiten manejar velocidades de datos más altas muy acorde con las necesidades de los servicios móviles actuales, la Figura 3-2 muestra la diferencia en cantidad de estaciones base que se requiere para obtener una misma zona de cobertura.

Figura 3-2. Radio de cobertura-banda de frecuencia vs cantidad de estaciones base (36)



LA UIT en la Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones de 2007 CMR-07⁴⁷, Conferencia administrativa mundial de radiocomunicaciones CAMR-2000⁴⁸ y CAMR-92⁴⁹ definió las bandas para IMT e IMT-2000, dicho espectro está distribuido en un amplio rango de la banda de 450-470 MHz hasta la banda 3400-3600 MHz, sin embargo y de acuerdo con la Figura 3-3 de los 1177 MHz asignados para IMT por la UIT en promedio en Latinoamérica solo se han asignado 200 MHz lo cual arroja una gran expectativa de desarrollo de los servicios móviles, por supuesto con un proceso de reorganización previo del espectro que cada país debe llevar a cabo. En Colombia la recién creada ANE es su agenda de trabajo tiene planeado proponer el Cuadro Nacional de Asignación de bandas de frecuencia 2019, CNABF 2019. Este proyecto servirá de derrotero al Estado colombiano para las transiciones a realizar en materia de atribución de servicios radioeléctricos, y planificar estas transiciones con suficiente antelación para mitigar sus impactos negativos y fortalecer sus beneficios⁵⁰. Por su parte CITELE siguiendo los lineamientos de la UIT

⁴⁷ CMR-07, WRC-07: Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones realizada en Ginebra del 22 de octubre al 16 de noviembre de 2007

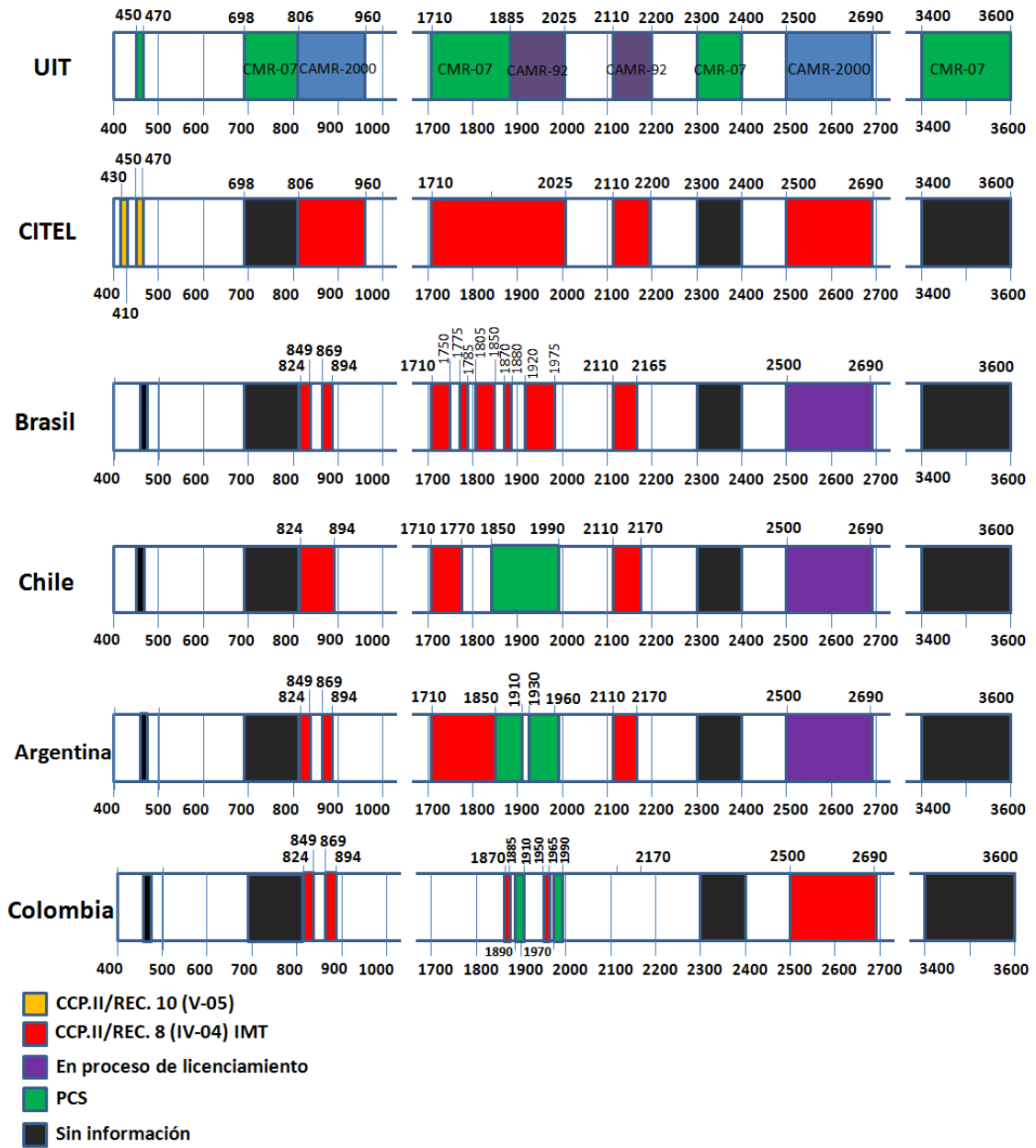
⁴⁸ WARC-2000, CAMR-2000: Conferencia administrativa mundial de radiocomunicaciones de 2000

⁴⁹ WARC-92, CAMR-92: Conferencia administrativa mundial de radiocomunicaciones de 1992

⁵⁰ Tomado de http://www.ane.gov.co/programas_proyectos.shtml?apc=bdxx-1-&x=432

ha dispuesto para Latinoamérica las recomendaciones CCP.II/REC. 10 (V-05)⁵¹ y CCP.II/REC. 8 (IV-04)⁵², siendo esta última la que define las bandas para IMT-2000.

Figura 3-3. Comparativo de asignación de espectro



⁵¹CCP.II/REC. 10 (V-05) CITEL: recomendación sobre el “Uso de las Bandas de 410-430 MHz y 450-470 MHz, para los Servicios Fijos y Móviles para Comunicaciones Digitales en Áreas de Densidad Demográfica Baja”

⁵² CCP.II/REC. 8 (IV-04) CITEL: “Disposiciones de bandas de frecuencias para las IMT-2000 en las bandas de 806 a 960 MHz, 1 710 a 2 025 MHz, 2 110 a 2 200 MHz y 2 500 a 2 690 MHz”