

Análisis de la Subasta del Dividendo Digital (700 MHz) para la Implementación de IMT en Colombia

Analysis of the Digital Dividend Auction (700 MHz) for the Implementation of IMT in Colombia

Cesar ALVAREZ Parra [1](#); Octavio José SALCEDO Parra [2](#); Juan Manuel SÁNCHEZ Céspedes [3](#)

Recibido: 03/04/2018 • Aprobado: 28/05/2018

Contenido

- [1. Introducción](#)
 - [2. Dividendo Digital](#)
 - [3. Modelos de Subasta Utilizados en la Asignación del Dividendo Digital](#)
 - [4. Modelo Planteado En Colombia](#)
 - [5. Metodología](#)
 - [6. Resultados](#)
 - [7. Análisis de Resultados](#)
 - [8. Conclusiones](#)
- [Referencias bibliográficas](#)

RESUMEN:

En este documento se presenta una definición del Dividendo Digital, su origen y evolución. Se realiza una breve recopilación de las decisiones e iniciativas más importantes que se han tomado internacionalmente en torno a la gestión y planeación tecnológica de este segmento del espectro, esto con el fin de utilizarlo para la implementación de IMT (International Mobile Telecommunications). Adicionalmente se describe la forma en que se ha asignado esta banda a nivel internacional, esto con el fin de realizar una comparación con Colombia. Finalmente se describe como ha sido tratado este tema por el estado colombiano y se muestra el estado actual de la subasta que se pretende realizar.
Palabras-Clave: Dividendo digital; International Mobile Telecommunications; International Telecommunication Union.

ABSTRACT:

In this document the Digital Dividend definition is presented, as well as its origin and evolution. A brief compilation of important decisions and initiatives taken internationally are shown, this concerning the 700 MHz band management and planning process focused on IMT (International Mobile Telecommunications) implementation. Additionally the way the 700 MHz band has been assigned internationally is described in order to make a comparison with Colombia. Finally the way this topic has been managed by the Colombian state is described, also the 700 MHz-auction current state is shown.
Keywords: Digital dividend; International Mobile Telecommunications; International Telecommunication Union.

1. Introducción

La Televisión Digital Terrestre puede ofrecer más servicios y mejores alternativas que la televisión analógica, haciendo un uso más eficiente del espectro. Por ejemplo, en un canal con ancho de banda de 6, 7 u 8 MHz de uso analógico, es posible transmitir hasta 20 canales con tecnología digital de la misma calidad utilizando el mismo espectro, sin embargo, las posibilidades se extienden más allá de conservar la definición en SD (Standard Definition) ya que es posible ofrecer servicios de TV por difusión con canales en HD (High Definition), con sonido digital de múltiples canales, 3D o incluso TV móvil (International Telecommunication Union (ITU), 2012).

En Colombia este tipo de televisión conocida como TDT (Televisión Digital Terrestre) comenzó a funcionar en 2010 y actualmente su implementación está 100% completada, sin embargo el apagón analógico total está contemplado hasta el 31 de Diciembre de 2019. Debido a la ganancia que se obtiene al reducir el ancho de banda total utilizado por la TDT surgió el interés de utilizar el espectro resultante de la transición de televisión analógica a digital. De ahí surge el término de dividendo digital el cual es definido por la ITU (International Telecommunication Union) como la cantidad de espectro disponible producto de la eficiencia en el uso del espectro por parte de la tecnología utilizada por la televisión digital terrestre en comparación a la analógica (International Telecommunication Union (ITU), 2012).

En la Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones de 2007 (CMR-07) (WRC-07 en inglés) la ITU identificó que en la región 2 (América) el bloque del Dividendo Digital destinado para las IMT (International Mobile Telecommunications) sería la banda de 698-806 MHz, es decir 108 MHz en total (International Telecommunication Union (ITU), 2007); adicionalmente se hizo un llamado a los gobiernos que tengan la intención de implementar tecnologías IMT a considerar el uso de bandas por debajo de 1 GHz para dicho fin, es decir, recomienda el uso de la banda de Dividendo Digital para las IMT. En la figura 1 se muestran las regiones según la ITU y las bandas del dividendo digital asignadas para servicios móviles IMT en cada una de las regiones.

La industria de telecomunicaciones móviles considera que lo identificado por la ITU es la mínima cantidad de espectro requerida en cada región y cree que debería asignarse una cantidad mayor. Eso sería suficiente para permitir que se licencien canales con mayor ancho de banda, lo cual permitiría un alto tráfico de datos soportando a varios operadores en cada mercado asegurando así que haya competencia (GSMA, 2010).

Figura 1
Regiones ITU



Fuente: (GSMA, 2010)

2. Dividendo Digital

2.1 Reglamentación Internacional

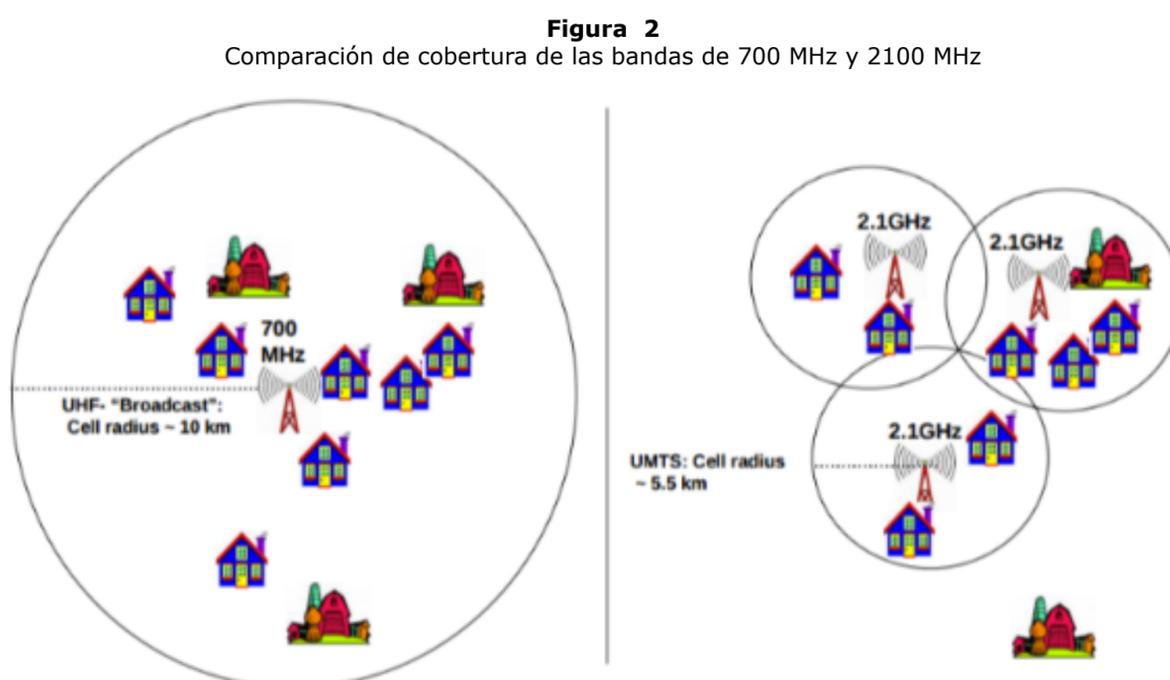
El espectro electromagnético es manejado por el Sector de Radiocomunicaciones de la ITU (ITU-R). Este sector organiza Conferencias Mundiales de Radiocomunicaciones (CMR) (WRC en inglés), en las cuales se actualizan las Regulaciones de Radio de la ITU. De esta manera, dichas regulaciones especifican que servicios se atribuyen a cada banda de frecuencias (International Telecommunication Union (ITU), 2018).

La WRC-07 decidió asignar la parte alta de la banda UHF, 790-862 MHz, para servicios móviles y la identificó mundialmente para el uso de las IMT. Así mismo, en la región 2 (América) y en varios países de la región 3 (Asia y Pacífico), la banda 698-790 MHz que ya estaba asignada para el uso en servicios móviles la identificó para el uso de las IMT, estas decisiones se tomaron teniendo en cuenta que el dividendo digital debía también reservar un segmento del espectro para el uso de los servicios de Televisión Digital Terrestre en las tres regiones de la ITU, así como la compatibilidad para ofrecer servicios de radio navegación aérea (International Telecommunication Union (ITU), 2007).

En la WRC-12 la regulación internacional para el uso dividendo digital se refinó para corregir las disparidades que existían en las tres regiones para la asignación de servicios móviles. Para esto, en la región 1 se asignó la banda 694-790 MHz para servicios móviles exceptuando radio-navegación aérea y se identificó para el uso en IMT (International Telecommunication Union (ITU), 2012). En la WRC-15 se modificó para identificar el uso de las IMT en las partes de la banda 698-960 MHz de la región 2 que estén asignadas para servicios móviles, también se identificó para uso de IMT (International Telecommunication Union (ITU), 2015).

2.2. Importancia del Dividendo Digital para las IMT.

El dividendo digital se encuentra en el segmento superior de la banda UHF, en esta banda las características de propagación son mejores en comparación a las frecuencias superiores a 1 GHz. Estas características de propagación permitirá ofrecer una mejor cobertura en áreas rurales o comunidades que están ubicadas en regiones de difícil acceso; esto contribuirá a la reducción de la brecha digital (GSMA, 2010). En la figura 2 se muestra una comparación entre los radios máximos de cobertura de la banda de 700 MHz y 2100 MHz.

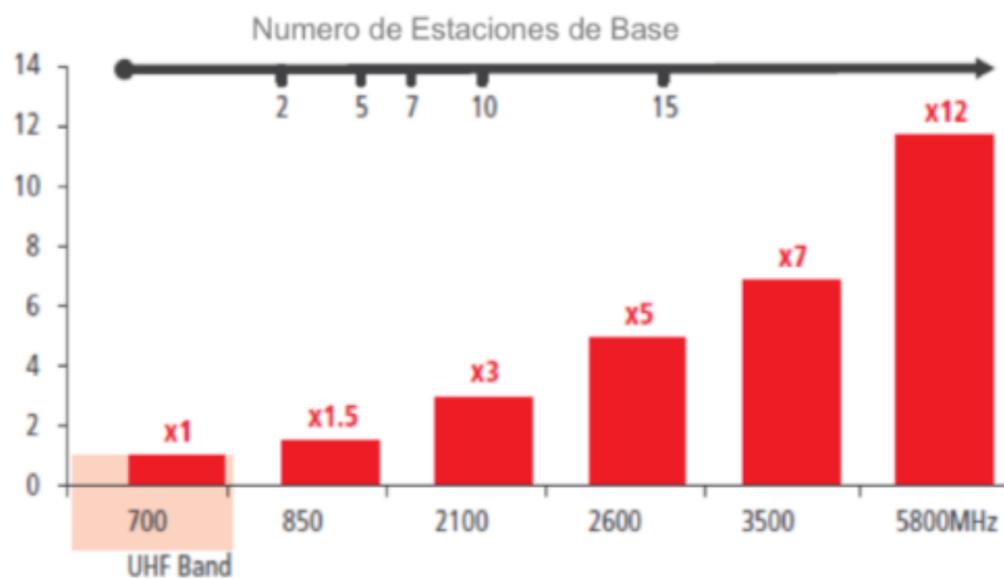


Fuente: (GSMA, 2010)

Proporcionar cobertura de banda ancha móvil en esta banda es aproximadamente 70% mas barato que hacerlo en la banda de 2100 MHz la cual es ampliamente usada para la banda ancha móvil en varios países del mundo. En la figura 3 se muestra la comparación del costo de despliegue de tecnologías en diferentes bandas de frecuencias.

Figura 3
Costos de despliegue de infraestructura

Costo de Despliegue (CAPEX)



Fuente: (GSMA, 2010)

Adicionalmente el uso de esta sección del espectro es óptimo para ofrecer cobertura en espacios cerrados como edificios, por lo cual los operadores podrán mejorar la confiabilidad de sus servicios (GSMA, 2010).

2.3. Planes de Canalización realizados imitantes para la adopción de Internet

En la región 1 el organismo internacional encargado de realizar el plan de canalización es la Conferencia Europea de Administración de Correos y Telecomunicaciones (CEPT por sus siglas en francés). En el reporte 31 de esta organización concluyó que el plan escogido para realizar dicha canalización en la banda de frecuencias de 790-862 MHz se deberían basar en el modo FDD (Frequency Division Duplexing) con el fin de facilitar la coordinación y la compatibilidad con servicios de difusión de las bandas adyacentes y teniendo en cuenta que no afectaría las futuras tecnologías. En la figura 4 se muestra el plan de canalización para la región 1 en la banda 790-862 MHz (CEPT-800).

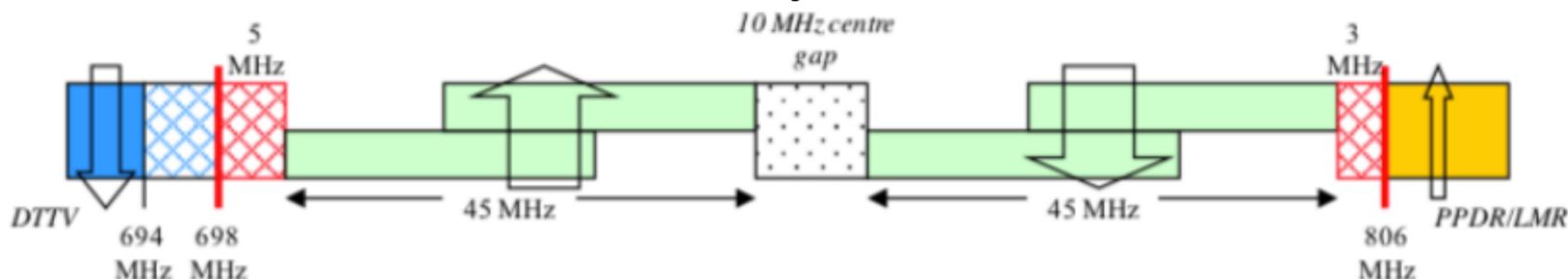
Figura 4
Plan de Canalización de la Región 1 en la banda 790-862 MHz (CEPT-800).

790-791	791-796	796-801	801-806	806-811	811-816	816-821	821-832	832-837	837-842	842-847	847-852	852-857	857-862
Guard band	Downlink						Duplex gap	Uplink					
1MHz	30 MHz (6 blocks of 5 MHz)						11 MHz	30 MHz (6 blocks of 5 MHz)					

Fuente: (International Telecommunication Union (ITU), 2015)

En la región 3 la organización encargada de definir la canalización es la APT (Asia-Pacific Telecommunity). En 2010, teniendo en cuenta que el acomodamiento de la banda 698-806 MHz debe ser compatible con servicios de bandas adyacentes, esta organización determinó que se deben incluir suficientes bandas de guarda para garantizar la protección de otros servicios. La banda en cuestión se asignó de la siguiente forma: Banda de seguridad en el extremo inferior de 5 MHz entre 698-703 MHz; banda de seguridad en el extremo superior de 3 MHz entre 703-806 MHz, y dos secciones duplex de 2 x 30 MHz, una en 703-733 MHz enlazada con 758-788 MHz y la segunda en 718-748 MHz enlazada con 773-803 MHz. Sumando en total una sección duplex de 2 x 45 MHz de espectro utilizable. En la figura 5 se ilustra el plan de canalización propuesto (APT-700).

Figura 5
Plan de Canalización FDD de la Región 3 en la banda 698-806 MHz.



Fuente: (International Telecommunication Union (ITU), 2015)

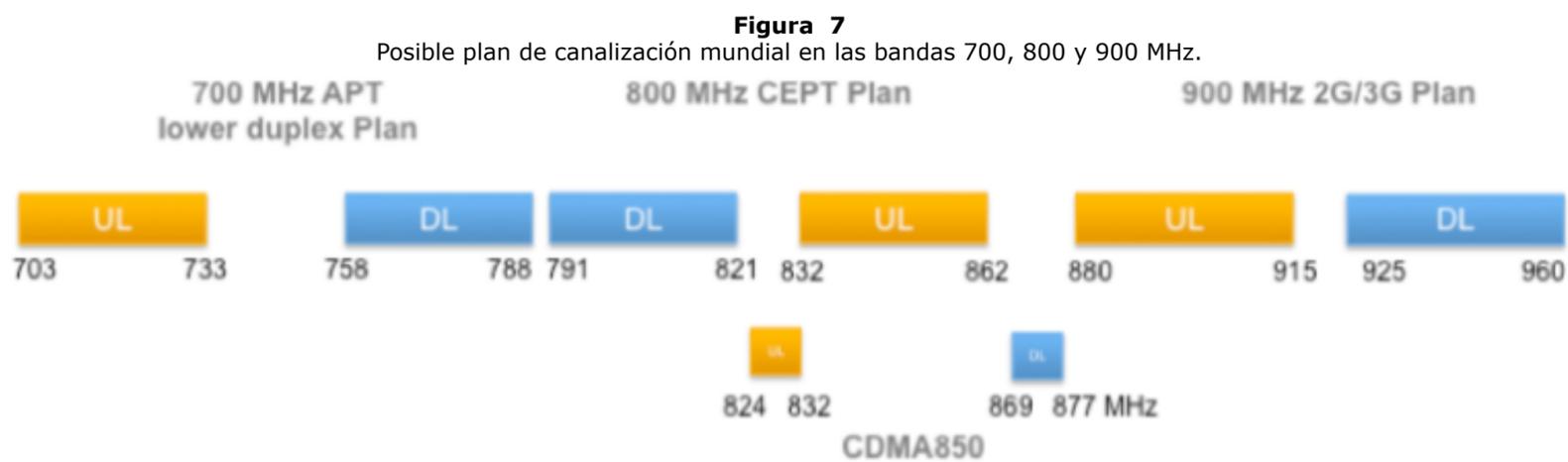
Como se mencionó anteriormente, la WRC-12 asignó la banda 694-790 MHz en la región 1 para uso de IMT, así, la CEPT en el reporte 53 identificó un plan de canalización para esta banda, teniendo en cuenta el plan de armonización mundial en las bandas identificadas para IMT por la WRC-15 y la canalización realizada por APT en la banda baja de su plan. En la figura 6 se muestra el plan de canalización para la región 1 en la banda 694-790 MHz (CEPT-700).

Figura 6
Plan de Canalización de la Región 1 en la banda 694-791 MHz (CEPT-700).

694-703	703-708	708-713	713-718	718-723	723-728	728-733	733-738	738-743	743-748	748-753	753-758	758-763	763-768	768-773	773-778	778-783	783-788	788-791
Guard band	Uplink						Gap	SDL (A)				Downlink				Guard band		
9 MHz	30 MHz (6 blocks of 5 MHz)						5 MHz	20 MHz (zero up to four blocks of 5 MHz)				30 MHz (6 blocks of 5 MHz)				3 MHz		

Fuente: (International Telecommunication Union (ITU), 2015)

En las figuras 5 y 6 se observa que existe una alineación en la asignación del espectro ya que en ambas regiones las secciones duplex 703-733 MHz/758-788 MHz son idénticas y se garantiza la compatibilidad entre ambas regiones. Este logro refleja las intenciones de la WRC-15 y es posible enfocarse en una armonización mundial en las bandas 700, 800 y 900 MHz, en la figura 7 se muestra un ejemplo del posible plan de canalización teniendo en cuenta las tecnologías que ya están operando en varios países de la región 2, entre ellos Colombia.



Fuente: (International Telecommunication Union (ITU), 2015)

2.4. Subastas Realizadas del Dividendo Digital

En las bandas de dividendo digital, los intereses de los operadores varían dependiendo del estado actual de su red, sus límites y sus proyecciones a futuro, adicionalmente se debe tener en cuenta el tipo mercado al que favorecerá finalmente el despliegue de servicios de dicha banda. A pesar de esto, la subasta es el método mas utilizado por los gobiernos para el otorgamiento de permisos de uso sobre el espectro en las bandas de 700/800 MHz (International Telecommunication Union (ITU), 2012).

En muchos países de Europa el licenciamiento ya se realizó tanto para la banda de 800 MHz como para la banda de 700 MHz, debido a que el apagón analógico ya se realizó y por lo tanto estas bandas estaban limpias. En América Latina sólo tres países ya cuentan con servicios LTE en la banda de 700 MHz, estos son: Bolivia, Ecuador y Panamá. En la figura 9 se muestra el estado de adjudicación de la banda de 700 MHz en algunos países de América Latina. El primer aspecto relevante que se puede observar en la figura 9 es que no todos los países de la región adoptaron la canalización APT-700, este es el caso de Bolivia y Nicaragua. Esto implica que se van a presentar problemas de compatibilidad en las regiones fronterizas de estos países. Así mismo, en la figura 9 se observa que Argentina, Brasil, Chile, entre otros, ya realizaron la subasta de la banda 700 MHz.

Así mismo, en la figura 8 se observa que Argentina, Brasil, Chile, entre otros, ya realizaron la subasta de la banda 700 MHz, teniendo esto en cuenta, en la tabla 1 se muestra la recaudación total que el estado obtuvo en cada uno de estos países. También se incluyen datos de Estados Unidos y Alemania, países que fueron pioneros en la subasta de estas bandas.

Figura 8
Adjudicación de la banda de 700 MHz en América Latina.

	Definición	Adjudicado / Subasta	En servicio
Argentina	700 MHz APT	Si	No
Bolivia	700 MHz USA	Si	Entel y Tigo
Brasil	700 MHz APT	Si	No
Chile	700 MHz APT	Si	No
Colombia	700 MHz APT	No	No
Costa Rica	700 MHz APT	No	No
Ecuador	700 MHz APT	Si	CNT
El Salvador	No	No	No
Guatemala	700 MHz	No	No
Honduras	No	No	No
Nicaragua	700 MHz USA	Adjudicado	No
México	700 MHz APT	Red Mayorista	No
Panamá	700 MHz APT	si	C&W y Movistar
Paraguay	No	No	No
Perú	700 MHz APT	No	No
Uruguay	700 MHz	No	No
Venezuela	700 MHz APT	No	No

Fuente: (4G Americas, 2015)

2.4. Situación Actual en Colombia

Actualmente el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones trabaja en la estructuración de los procesos de selección objetiva para asignación de espectro radioeléctrico en las bandas 700MHz, 900MHz, 1.900MHz y 2.500MHz para servicios móviles terrestres. La Ley 1341 de 2009, contempla establecer procesos de selección objetiva para la asignación de espectro. En la mayoría de los procesos de subasta, las autoridades de regulación y política determinan las condiciones y usos del espectro e imponen

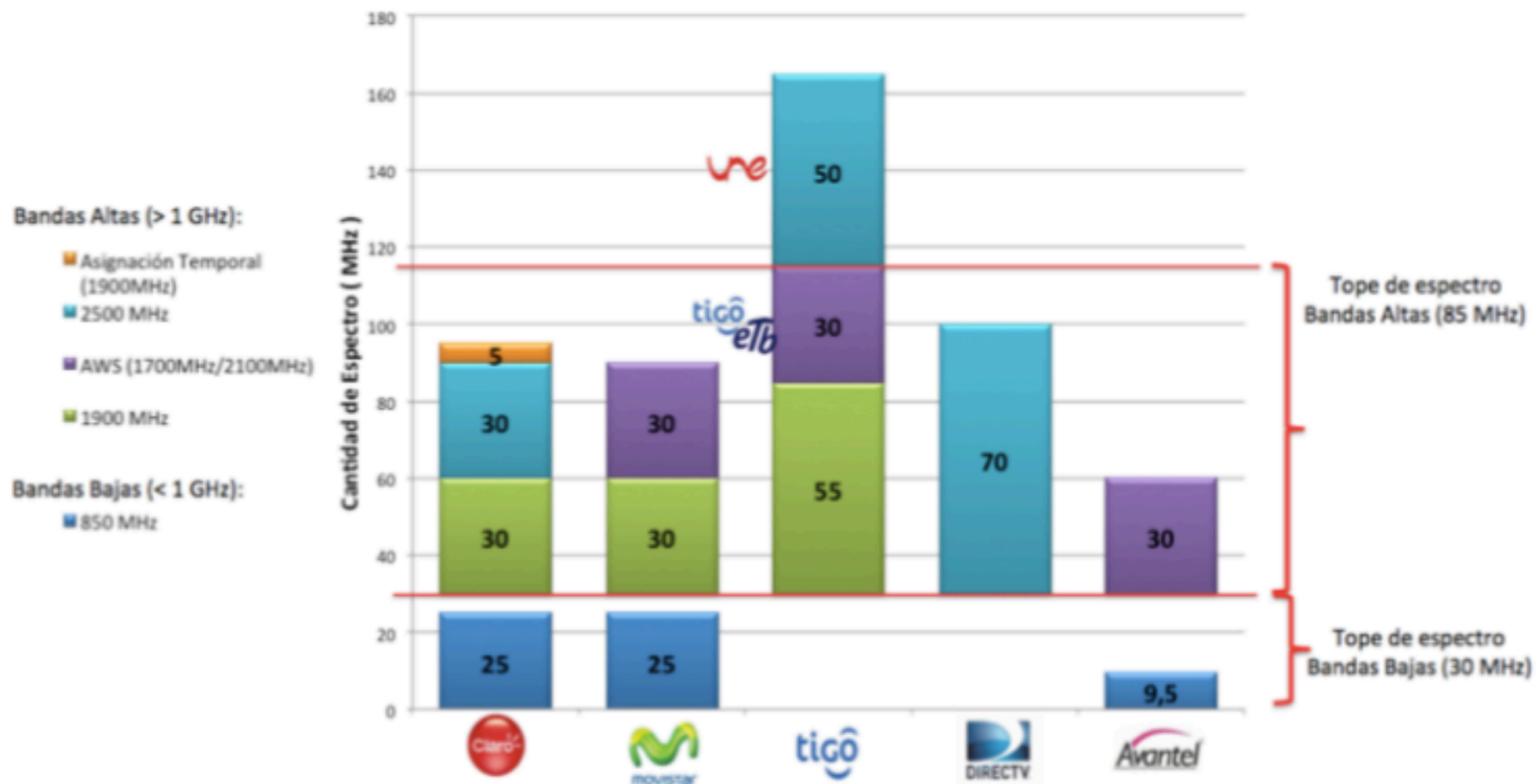
derechos y obligaciones a los licenciarios (MinTic, 2015).

En Mayo de 2012 el MinTic y la ANE (Agencia Nacional de Espectro) dieron a conocer que en Colombia se adoptaría en la banda de 700 MHz el estándar de canalización APT para la implementación de IMT. El plan de canalización adoptado por Colombia se muestra en la figura 6. Esta elección armoniza con los planes de canalización planeados y/o implementados por otros países de la región, esto se evidencia en la figura 9. Para suplir con la demanda de servicios móviles, MinTic ha otorgado permisos a operadores de servicios de telecomunicaciones para el uso del espectro, tanto en bandas bajas, inferiores a 1 GHz, como en bandas altas, superiores a 1 GHz. Las primeras de estas, como se ha mencionado anteriormente, poseen características de propagación mejores en comparación a las bandas altas. Esta es una de las razones por las que el dividendo digital es tan apetecido por los operadores de red.

Con el fin de fomentar la competencia, el pluralismo informativo, el acceso no discriminatorio y evitar prácticas monopolísticas, el MinTic, a través decreto 2980 de 2011 estableció los topes máximos de espectro radioeléctrico para uso en servicios móviles terrestres por cada Proveedor de Redes y Servicios de Telecomunicaciones (PRST). El decreto 1078 de 2015 adoptó el decreto 2980 de 2011 y lo incluyó en una serie de decretos que reglamentan el sector TIC en Colombia. Los topes son los siguientes [13]: 85 MHz para las bandas altas (1710 MHz - 2960 MHz) y 30 MHz para las bandas bajas (698 MHz - 960MHz).

Teniendo en cuenta lo anterior, actualmente cada proveedor de redes y servicios de telecomunicaciones cuenta con los bloques de espectro mostrados en la figura 9.

Figura 9
Estado actual de asignación del espectro en Colombia.



Fuente: (MinTic, 2015)

Debido a la fusión entre las empresas Tigo y Une, que fué autorizada en 2014, y teniendo en cuenta el decreto 2980 de 2011, esa compañía debe ceder al estado 50 MHz en bandas altas, proceso que actualmente se está llevando a cabo. En febrero de 2017, MinTic, apoyado por la ANE, inició la consulta pública del proyecto de Resolución de asignación de espectro en las bandas de 700 MHz y 1900 MHz. En este documento se dan a conocer aspectos importantes en el proceso de subasta que se pretende llevar a cabo. Estos aspectos son: Bandas a subastar, modificación toques de espectro, metodo de subasta, blques a subastar.

3. Modelos De Subasta Utilizados En La Asignación Del Dividendo Digital

3.1. Subasta Tradicional-Inglesa

Es un tipo de subasta dinámica ascendente en la cual los postores conocen las ofertas de los demás actores involucrados y son capaces de modificar su apuesta mientras la subasta, no se termine, sin embargo la oferta de un postor siempre debe ser mayor a la actual. En este método comienza con un valor inicial que es el precio mínimo que el ofertante está dispuesto a vender u otorgar un bien. Una vez se empieza la subasta los postores pujan por los valores de manera ascendente hasta que se alcanza un valor en el que ninguno de los demás postores está dispuesto a pagar mas por el bien. El ganador es el postor que haya ofertado el mayor valor sin que otro postor realice una mejor oferta en un tiempo determinado.

3.2. Subasta Abierta - MultiRonda

En estas subastas se realizan ofertas sucesivas con las que se va ajustando el precio final y las asignaciones resultantes. Este tipo de subastas de múltiples rondas tienen mejores resultados porque permiten la adaptación de las ofertas de los postores.

3.3. Subasta en sobre cerrado al primer precio

Este tipo de subasta en sobre cerrado al primer precio, se conoce porque los ofertantes no tienen la posibilidad de conocer los valores que están dispuestos a pagar los demás y su participación solo se realiza durante el transcurso de la subasta, lo que impide una estrategia dominante. La mecánica de la subasta consiste en que los ofertantes introducen en un sobre cerrado el valor que van a pujar por un bien o servicio. La puja más alta se lleva el bien y paga un precio igual al valor de esta puja. Gana la subasta el ofertante que mayor valor coloque en la puja en el sobre cerrado, es decir, su valoración es la mayor a los demás postores.

3.4. Comparativo entre los principales tipos de subastas

En la tabla 2 se presenta un cuadro comparativo, en el cual se hace un análisis cualitativo de los principales tipos de subastas comparando ventajas, desventajas y riesgos.

Tabla 2
Cuadro comparativo entre principales tipos de subastas

	Ventajas	Desventajas	Riesgos

Subasta Tradicional-Inglesa	<ul style="list-style-type: none"> • Facilidad al establecer el valor mínimo • Información acerca del valor del producto es revelado de manera abierta. • Mayor eficiencia en la asignación del espectro. 	<ul style="list-style-type: none"> • Alta posibilidad de elevar rápidamente los precios. 	<ul style="list-style-type: none"> • Incremento descontrolado de los precios
Subasta Abierta - MultiRonda	<ul style="list-style-type: none"> • Menor riesgo a la maldición del ganador. • Mayor eficiencia en la asignación del espectro. • Generalmente es considerada como justa. • El valor del producto se estima alto. 	<ul style="list-style-type: none"> • Menor protección contra la colusión. • Mayor riesgo de incrementar los precios Subasta puede durar mucho tiempo. • Mayor complejidad y por lo tanto mas costosa. • No hay seguridad acerca del valor del producto 	<ul style="list-style-type: none"> • Incremento de los precios
Subasta en sobre cerrado al primer precio	<ul style="list-style-type: none"> • Mayor protección contra la colusión en el momento de la subasta. • Es rápida. • Elimina la presión de la subida de precios. • Simple y por lo tanto económica para el organizador 	<ul style="list-style-type: none"> • Propensa a la maldición del ganador • Menor eficiencia en la asignación del espectro. • Se considera que el valor del bien es bajo. • Baja importancia en la asignación del espectro. • Alto riesgo de colusión previo al momento de la subasta. 	<ul style="list-style-type: none"> • Gran diferencia de los valores ofertados. • Puede terminar en bajos ingresos para el organizador.

Fuente: Autores

4. Modelo Planteado En Colombia

Como se ha mencionado anteriormente en Colombia se planea utilizar el método de subasta combinatoria en sobre cerrado a primer precio. Bajo este modelo, todos los participantes presentarán en la fecha prevista para la realización de la subasta, sus valoraciones económicas en un sobre cerrado, sin posibilidad de modificación posterior.

Las ofertas de los participantes podrán incluir desde un bloque hasta múltiples bloques del espectro ofrecido, siendo posible ofertar por diferentes combinaciones de bloques por los que estén interesados, teniendo en cuenta los topes de espectro establecidos para bandas bajas y para bandas altas del espectro.

Con todas las ofertas recibidas, MinTic el día de la audiencia pública determinada para tal fin, efectuará la verificación para establecer cuáles de las ofertas son válidas, y a partir de dicho ejercicio calculará la asignación eficiente de bloques, respecto a las ofertas válidas recibidas, buscando la maximización de ingresos para el Estado. Como resultado de este procedimiento se determinarán los asignatarios de los diferentes bloques subastados.

4.1. Combinaciones de bloques del espectro

Teniendo en cuenta los bloques que se planean asignar y los topes máximos por operador que propone MinTic, las posibles combinaciones de los bloques de espectro a subastar son los mostrados en la figura 10.

Cada participante podría decidir libremente la oferta a presentar, bien sea por un solo bloque o por la combinación de varios bloques, dependiendo de los topes de espectro. En base a la figura 10, un participante podrá ofertar por el Bloque A, o por el Bloque B o por cualquiera de los bloques. Igualmente podrá hacer una oferta que incluya combinaciones entre los diferentes bloques de A hasta D, dependiendo de los topes de espectro vigentes, y siempre ofertando valores que sean iguales o superiores al valor mínimo de la subasta para cada bloque de una banda en particular.

Figura 10
Posibles combinaciones de bloques del espectro a subastar

Bloques a subastar	Bloques y combinaciones posibles a ofertar (según topes de espectro vigentes)
Banda de 700 MHz	
A 2x15 MHz	A
B 2x10 MHz	B
C 2x5 MHz	C
D 2x5 MHz	D

Fuente: (MinTic, 2017)

5. Metodología

Para realizar el escenario de subasta de sobre cerrado de primer precio se deben fijar claramente los objetivos generales de una subasta, estos son: Evitar problemas de colusión, es decir que no exista cooperación entre los compradores; maximizar las ganancias del vendedor u ofertante, en este caso el Estado; asegurar la eficiencia de la subasta, en el sentido de que se consiga revelar la información acerca de los costos o valoraciones de los participantes.

La incertidumbre es lo que determina los aspectos en los que debe centrarse la modelización de las subastas. Si el vendedor conociese las valoraciones de los posibles compradores, poner un precio fijo equivalente a la valoración más alta sería la solución óptima para maximizar su ingreso. Sin embargo, bajo incertidumbre, el modelador debe tener en cuenta varios aspectos. El primero de ellos es la actitud ante el riesgo de los participantes, tanto de los compradores como de los vendedores. El segundo es concretar qué criterio es el que va a determinar las diferencias entre las valoraciones del objeto de los compradores. Esto es lo que nos deriva a los modelos básicos que, en general. Finalmente, el último factor a tener cuenta está relacionado con la elección de las variables en las que se va a basar la formación del precio. Lo habitual es que se base sobre la variable que se observa directamente en la subasta.

Para analizar la subasta de sobre cerrado a primer precio se asume el papel del comprador 1 que tiene una valoración V_1 sobre el bien u objeto y tiene que decidir por qué cantidad b_1 va a pujar u ofertar. Teniendo en cuenta que en este tipo de subasta el comprador que introduce la puja mas alta en el sobre es el que gana y paga como precio su propia oferta. Por lo tanto este comprador obtendrá una

utilidad equivalente a $V1 - b1$ en caso de ganar la subasta y 0 en caso de perderla.

Existen dos estrategias básicas que puede seguir este comprador, estas son:

- $b1 > V1$. Oferta mayor a valorización: Se intuye que la probabilidad de ganar se incrementa, sin embargo, si gana, obtendrá una utilidad negativa. Por lo tanto, la estrategia basada en pujar por encima de su valoración está débilmente dominada por la de pujar por su valoración.
- $b1 < V1$. Oferta menor a valorización: La probabilidad de ganar disminuye, sin embargo, en caso de ganar la utilidad será positiva. No se puede afirmar que este tipo de estrategia domina a la basada en pujar honestamente. La razón es que la utilidad esperada de pujar por una cantidad $b1 < V1$ está sujeta a la probabilidad de ganar, es decir, a la probabilidad de que la puja $b1$ esté por encima de todas las demás pujas. De esta manera no se puede concluir que cualquier puja $b1$ por debajo de $V1$ origina una utilidad esperada igual o mayor que una puja $b1 = V1$.

Teniendo en cuenta lo anterior, se concluye que ofertar por el valor esperado de la segunda valoración mas alta es la manera de maximizar la probabilidad de ganar sin dejar de un lado el objetivo de obtener una utilidad positiva. Por lo tanto la mejor estrategia es la de pujar por la cantidad que supone la segunda valoración mas alta suponiendo que $V1$ es la valoración mas alta entre todos los compradores. De manera simplificada, una descripción formal de una subasta en sobre cerrado a primer precio se debe maximizar la ecuación (1) (Fernández Quero, 2015):

$$\pi_i(V_i) = P(V_i)[V1 - b1] \quad (1)$$

- π_i es la utilidad esperada de cada comprador i
- V_i es la valoración de cada comprador i
- $P(V_i)$ representa la probabilidad de ganar, que está en función de la valoración V_i de cada comprador
- $[V1 - b1]$ representa la utilidad en caso de ganar.

5.1. Condiciones Iniciales del Escenarios de la Subasta

El 24 de Marzo de 2017 el MinTIC emitió la resolución 585 de 2017 en la cual invita a los Proveedores de Redes y Servicios de Telecomunicaciones a manifestar su interés en participar en el proceso de asignación de permisos para uso del espectro radioeléctrico en las bandas de 700 MHz y 1900 MHz. Como resultado de esta consulta, 8 operadores manifestaron su interés para participar en la subasta (Avantel SAS, Azteca Comunicaciones Colombia SAS, Colombia Móvil SA ESP, Colombia telecomunicaciones SA ESP, Comando General de Fuerzas Militares, Comcel SA, Direct TV Colombia LTDA, UNE Telecomunicaciones SA).

Se debe tener en cuenta que los OMV (Operadores Móviles Virtuales) no son actores directos en esta subasta ya que estos hacen uso de la infraestructura de red de algunos de los interesados pero no son dueños de las mismas, este es el caso de Virgin Mobile SAS, Móviles ETB (Empresa de Telecomunicaciones de Bogotá SA ESP), Móvil Éxito (Almacenes Éxito Inversiones SAS) y UFF Móvil SAS.

Teniendo en cuenta que existen siete interesados en participar en la subasta y únicamente existen 4 elementos a subastar en la banda de 700 MHz, es decir, el bloque A de 30 MHz (2x15 MHz), el bloque B de 20 MHz (2x10 MHz), y los bloques C y D, ambos de 10 MHz (2x5 MHz), la valoración V_i ecuación (1) de cada comprador incrementa ya que se hace evidente que existe una sobre demanda, gran cantidad de interesados en adquirir un bien escaso, 70 MHz de espectro en 700 MHz.

Al analizar la cantidad de espectro en bandas bajas actualmente adjudicada a los operadores y teniendo en cuenta el posible tope máximo en bandas bajas que el estado pretende modificar para permitir la expansión de las redes de los operadores (45 MHz), se obtuvo la tabla 3 donde es posible observar la cantidad de espectro por la que cada operador puede participar en la subasta.

Teniendo en cuenta lo anterior es posible identificar los bloques por los que cada operador puede subastar. Esta información se muestra en la figura 11.

Tabla 3
Comparación situación actual de los operadores con nuevos topes de espectro en bajas frecuencias (ghz)

Operador	Cantidad actual [MHz]	Cantidad disponible [MHz]
Claro	25	20
Movistar	25	20
Tigo Une	0	45
DirecTV	0	45
Avantel	9.5	35.5
Azteca	0	45
FFMM	0	45

Fuente: Autores

Figura 11
Posibles combinaciones de bloques del espectro a subastar.

Operador	Bloques	Cantidad [MHz]
Claro	B	20
	C	10
	D	10
	C+D	20
Movistar	B	20
	C	10
	D	10
	C+D	20
TigoUne DirecTv Azteca FFMM	A	30
	B	20
	C	10
	D	10
	A+C	40
	A+D	40
	B+C	30
	B+D	30
	B+C+D	40
C+D	20	
Avantel	A	30
	B	20
	C	10
	D	10
	B+C	30
	B+D	30
	C+D	20

Fuente: Autores

En la Tabla 3 y figura 11 se observa que tanto Claro como Movistar se encuentran en igualdad de condiciones pues cuentan actualmente con 25 MHz en bandas bajas y por lo tanto solo podrían entrar a participar como máximo por el Bloque B, de 20 MHz, en la banda de 700 MHz. En esta situación, los operadores TigoUne, DirecTV, Azteca, FFMM y Avantel entrarían a participar por el Bloque A, el de mayor ancho de banda y en teoría el que todos los operadores quisieran tener ya que puede ofrecer mayor capacidad de transmisión de datos, mayor penetración en edificaciones, mejor calidad de recepción de la señal, entre otros. Estas características convierten al bloque A en un elemento altamente valorado ya que de poseerlo podría incrementar la base de clientes del operador lo que podría traducirse a primera impresión en mayor cantidad de ingresos y/o ganancias para una determinada compañía.

De esta manera, la utilidad esperada Π en (1), por cada operador se identifica como el incremento en la cantidad de usuarios base, o bien el incremento en la cantidad o calidad de los servicios que se ofrecerían a los usuarios teniendo como recurso algún bloque de la banda. En la ecuación (1) el valor V_i es la valoración que tiene cada comprador sobre el elemento subastado, este valor inicialmente se supone alto ya que hay mayor cantidad de compradores que cantidad de elementos, ahora bien, el valor que cada operador le da a cada bloque depende de varios factores, como: Posición en el mercado del operador y la competencia; Valoración de la red existente; Densidad poblacional de áreas influenciadas; Proyección de las ganancias/ingresos no necesariamente en términos monetarios; Proyección de inversión en infraestructura o costos CA-PEX; Capacidad de endeudamiento/pago; efecto sobre las ganancias/ingresos al no contar con el bloque y estrategias en el momento de la subasta.

Con el objetivo de determinar una aproximación cualitativa de la valoración V_i que cada operador tendría sobre cada bloque se consultaron datos sobre la posición que cada PRST tiene en el mercado colombiano. Estos valores se muestran en la tabla 4.

Tabla 4
Participación en el mercado de telefonía móvil por proveedor

Operador	Cantidad [Millones]	Porcentaje[%]
Claro	28.3	49.47
Movistar	13.1	22.79
Tigo	11	19.27
Avantel	0.793	1.39
Une	0.266	0.46
DirecTV	NA	NA
Azteca	NA	NA
FFMM	NA	NA

Fuente: Autores

En la tabla 4 los datos de DirecTV, Azteca y FFMM no se aplican en este caso porque estos no ofrecen servicios de telefonía móvil y utilizarían la banda de 700 MHz para ofrecer servicios diferentes al de telefonía celular.

Teniendo en cuenta que actualmente el 91% del mercado de telefonía móvil lo poseen 3 operadores, es de esperarse que la subasta se defina entre estos tres actores que son: Claro, Movistar y TigoUne, sin embargo Avantel también podría entrar en el escenario ya que cuenta con espectro en bandas altas y es una gran oportunidad para consolidarse como operador propietario de infraestructura de red.

6. Resultados

En la figura 12 se muestra un bosquejo cualitativo de las valoraciones V_i que tendría cada proveedor sobre cada bloque en el que pueden participar teniendo en cuenta los topes máximos de espectro y la información mostrada en la tabla 3 y la figura 11.

Figura 12

Valoración cualitativa de cada proveedor sobre los bloques en los que puede participar.

Operador	Bloque	Valoración
Claro	B	++
	C	++
	D	++
Movistar	B	++
	C	++
	D	++
TigoUne	A	++
	B	+
	C	+
	D	+
Avantel	A	+
DirecTV	B	+
Azteca	C	+
FFMM	D	+

Fuente: Autores

En la figura 12 una valoración ++ indica que el operador valora el bloque mas que un operador con valoración +. Se hizo de esta manera ya que todos los operadores valoran cada uno de los bloques y no sería acertado afirmar que un proveedor tenga una valoración neutra o negativa sobre un bloque en específico. Para realizar los escenarios se partió del hecho que cada operador buscará ofertar por la mayor cantidad de espectro como sea posible. La situación que se presenta entre Claro y Movistar es interesante ya que cada uno cuenta con 20 MHz de espectro disponible y para poder acceder a el es necesario que realicen una oferta ya sea por el bloque B o bien por los bloques C+D. En cualquier caso estas dos ofertas son excluyentes porque al realizar la oferta no pueden superar los toques de espectro permitidos. De esta manera dichos operadores no podrían hacer una oferta por el bloque B y otra por el C+D pues estarían ofertando sobre 40 MHz en total.

Teniendo en cuenta esta situación existen 4 posibles situaciones, una en la que ambos oferten por el B (Escenario 1), otra en los que ambos oferten por el C+D y solo uno gane el C+D (Escenario 2), en estos dos casos solo uno ganaría el bloque y el otro no resultaría adjudicado con ningún bloque; otro escenario en el que ambos oferten por el C+D y uno gane el C y el otro el D (Escenario 3) y la última en la que uno oferte por el B y el otro por el C+D (Escenario 4). Estos escenarios se muestran en las tabla 5. Para simplificar los escenarios a los operadores Avantel, DirecTV, Azteca y FFMM se les denominará ADAF.

Tabla 5
Escenarios de Asignación de subastas.

Bloque	Espectro [MHz]	Escenario 1 Asignado a	Escenario 2 Asignado a	Escenario 3 Asignado a	Escenario 4 Asignado a	Escenario 5 Asignado a	Escenario 6 Asignado a
A	30	TigoUne	TigoUne	TigoUne	TigoUne	TigoUne	TigoUne
B	20	Claro / Movistar	ADAF	ADAF	Claro / Movistar	Claro / Movistar	ADAF
C	10	ADAF	Claro / Movistar	Claro / Movistar	Movistar / Claro	TigoUne / ADAF	Claro / Movistar / TigoUne
D	10	ADAF	Claro / Movistar	Movistar / Claro	Movistar / Claro	ADAF / TigoUne	Claro / Movistar / TigoUne

Fuente: Autores

Se observa que TigoUne es el mas oicionado en ganar el bloque A ya que los competidores del bloque A no pueden ofrecer una valoración tan alta como si lo podría hacer TigoUne. Adicionalmente se observa que tanto Claro como Movistar competirían directamente por los bloques B o C+D. Otro posible escenario es en el cual TigoUne decida ofertar por el bloque A+C o A+D, es decir 40 MHz; En el escenario 5 alguno de los dos, Claro o Movistar se quedaría sin espectro en 700 MHz. En el escenario 6 la adjudicación de los bloques C y D tendría 8 posibles salidas, estas se muestran en la figura 13, a pesar que en este escenario en los tres operadores entran a competir por dos bloques, es un escenario en el cual tanto Claro como Movistar tendrían probabilidad de 1/8 de maximizar el uso del espectro, mientras que la probabilidad de TigoUne de maximizar el uso del espectro sería de 4/8.

Figura 13
Valoración cualitativa de cada proveedor sobre los bloques en los que puede participar.

#	Bloque C	Bloque D
1	Claro	Claro
2	Claro	Movistar
3	Claro	TigoUne
4	Movistar	Claro
5	Movistar	Movistar
6	Movistar	TigoUne
7	TigoUne	Claro
8	TigoUne	Movistar

Fuente: Autores

7. Análisis de Resultados

A pesar que el método de subasta escogido en Colombia se basa en que los proveedores realicen una única oferta por los bloques de interés, lo cual simplifica la tarea del estado, es un método que conlleva a riesgos que no serían necesarios asumir pues el objetivo de asignar recursos para aumentar la penetración en servicios como telefonía e Internet móvil es mejorar la calidad del servicio que se presta, en este caso especialmente, a las regiones y lugares mas apartados de Colombia. Como se mencionó anteriormente uno de los grandes riesgos es la colusión entre varios actores y la asignación poco efectiva del espectro disponible.

Al observar los modelos de subasta que se han llevado a cabo en otros países tanto de la región, como es el caso de Brasil, Argentina y México, como a nivel mundial, como los casos de Alemania, Estados Unidos, Francia, entre otros; se observa que el método mas empleado es el de subasta abierta pública de múltiples rondas crecientes. En este tipo de subastas las ofertas, aunque al principio de las rondas son anónimas, al final se conocen por todos los participantes de las subasta. En este tipo de subasta la valoración que tiene cada comprador es igualmente importante, sin embargo no es el único elemento determinante ya que también interviene la estrategia de cada uno al jugar la subasta, para intentar determinar las jugadas de los demás participantes.

Teniendo en cuenta que en 3 de los 6 escenarios planteados alguno de los tres operadores con mayor cantidad de usuarios se quedaría sin espectro en 700 MHz, escenarios 1, 2 y 4, se hace evidente el riesgo de colusión que existe ya que ningún participante espera salir perdedor de la subasta y buscarían aliarse con otros jugadores para impedir que esto ocurra. En las subastas abiertas de múltiples rondas esto no ocurriría ya que cada uno puede saber en tiempo real si su oferta es la ganadora y sería posible ajustar la oferta en la siguiente ronda hasta obtener un equilibrio.

Adicionalmente, al analizar los casos particulares de Claro y Movistar, en el que ambos entran a la subasta en las mismas condiciones pues solo pueden ofertar por los bloques B o C+D, es posible afirmar que de realizarse la subasta de manera abierta y con múltiples rondas, estos dos bloques aumentarían rápidamente su valor, situación que sería conveniente para el estado pues se tendrían a los dos grandes proveedores de servicios móviles en Colombia luchando por solo 20 MHz de espectro. En estas condiciones el valor recaudado por estos bloques podría superar al del bloque A, el mas grande, el de 30MHz. Teniendo en cuenta lo anterior la combinación de los bloques B y C+D podrían estar por encima de los USD 150 Millones, a diferencia de aproximadamente los USD 100 Millones por los que se podrían valorar usando el método de sobre cerrado a primer precio.

8. Conclusiones

En Colombia esta subasta ha estado en el plano TIC desde el 2015 cuando la ANE anuncio la canalización que se adoptaría en Colombia y que coincide con la armonización Latinoamericana. Sin embargo el método de subasta escogido, a pesar que es simple y maximiza los ingresos del estado, incrementa las probabilidades de colusión entre los actores involucrados ya que el método de análisis para plantear la subasta se basa en simulaciones y estimaciones.

De acuerdo al modelo de subastas en sobre cerrado a primer precio, el parámetro de la subasta que jugará un papel esencial es la valoración que cada proveedor haga sobre cada uno de los bloques, esta valoración depende de variables tanto técnicas como macro económicas en el mercado de Internet móvil y telefonía móvil ya que se deben realizar complejas proyecciones sobre el futuro de la red de cada proveedor. El operador que realice la mayor valoración sobre los bloques de interés será el ganador de la subasta. Al realizar una comparación entre el método escogido en Colombia y el método de subasta abierta con múltiples rondas se puede concluir que las valoraciones de los bloques B y C+D con el segundo método pueden superar a las proyectadas con el primer método. Estas valoraciones podrían superar los USD 150 Millones por bloque a diferencia de los USD 100 Millones que pueden recaudarse con el método planteado actualmente.

Referencias bibliográficas

4G Américas. (Agosto de 2015). *Adjudicación de espectro radioeléctrico en 700 MHz en América Latina*. Recuperado de 5G Americas: http://www.5gamericas.org/files/3914/4053/6091/Adjudicacin_de_Espectro_Radioelctrico_en_700_MHz_en_Amrica_Latina_Agosto2015.pdf

Fernández Quero, P. (2015). *Teoría de Subastas*. Recuperado de Universidad Autónoma de Barcelona: https://ddd.uab.cat/pub/tfg/2015/136853/TFG_pfernandezquero.pdf

GSMA. (2010). *Dividendo Digital para los Móviles: Banda Ancha para todos*. recuperado de GSMA: <http://www.gsma.com/latinamerica/wp-content/uploads/2011/02/gsmadigitaldividendmobilelaesp.pdf>

GSMA. (2010). *Situación del Dividendo Digital en el Mundo*. Recuperado de CITELE: <https://www.citel.oas.org/en/SiteAssets/About-Citel/Seminars-Workshops/2010-DividendoDigital/GSMA+SMC+-+Espectro+CITEL+PCCII+Bogota+29Nov10.pdf>

International Telecommunication Union (ITU). (2007). Final Acts WRC-07. *World Radiocommunication Conference (Geneva 2007)*. Recuperado de ITU: <http://search.itu.int/history/HistoryDigitalCollectionDocLibrary/4.132.43.en.100.pdf>

International Telecommunication Union (ITU). (2012). Final Acts WRC-12. *World Radiocommunication Conference (Geneva 2012)*. Recuperado de ITU: <http://search.itu.int/history/HistoryDigitalCollectionDocLibrary/4.133.43.en.100.pdf>

International Telecommunication Union (ITU). (2015). Final Acts WRC-15. *World Radiocommunication Conference (Geneva 2015)*. recuperado de ITU: <http://search.itu.int/history/HistoryDigitalCollectionDocLibrary/4.297.43.en.100.pdf>

International Telecommunication Union (ITU). (2015). *The challenges and opportunities for spectrum management resulting from the transition to digital terrestrial television in the UHF bands*. Recuperado de ITU: https://www.itu.int/dms_pub/itu-r/opb/rep/R-REP-SM.2353-2015-PDF-E.pdf

International Telecommunication Union (ITU). (2018). *Mission Statement*. Recuperado de ITU: <https://www.itu.int/en/ITU->

R/information/Pages/mission-statement.aspx

International Telecommunication Union (ITU). (August de 2012). *Digital Dividend: Insights for Spectrum Decisions*. Recuperado de ITU: http://www.itu.int/ITU-D/tech/digital_broadcasting/Reports/DigitalDividend.pdf

MinTic. (Febrero de 2017). *Proyecto de Resolución para comentarios de proceso de subasta del espectro radioeléctrico en las bandas de 700 MHz y 1900 MHz*. Recuperado de MinTic: http://www.mintic.gov.co/portal/604/articles-48035_resol.pdf

MinTic. (Mayo de 2015). *Proceso de selección objetiva para asignación de espectro radioeléctrico en las bandas 700 MHz (Dividendo Digital), 900 MHz, 1.900 MHz y 2.500 MHz para servicios móviles terrestres*. Recuperado de MinTic: http://www.mintic.gov.co/portal/604/articles-9301_recurso_1.pdf

1. Ingeniero Electrónico, Universidad Nacional de Colombia. Estudiante Maestría en Telecomunicaciones, Universidad Nacional de Colombia. calvarezp@unal.edu.co

2. Ingeniero de Sistemas, Universidad Autónoma de Colombia. Magister en Economía. Magister en Teleinformática. Phd. en Estudios Políticos. Phd en Ingeniería Informática. Profesor Titular y Director del grupo de investigación Internet Inteligente, Universidad Distrital Francisco José de Caldas. osalcedo@udistrital.edu.co

3. Ingeniero Electrónico, Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Especialista en Teleinformática. Magister en Administración. Profesor Asociado e integrante del grupo de investigación GIIRA, Universidad Distrital Francisco José de Caldas. jmsanchezc@udistrital.edu.co

Revista ESPACIOS. ISSN 0798 1015
Vol. 39 (Nº 34) Año 2018

[Índice]

[En caso de encontrar un error en esta página notificar a [webmaster](#)]

©2018. revistaESPACIOS.com • @Derechos Reservados