

Dos enfoques en la fijación de los derechos de uso del espectro: el caso de las bandas IMT en Colombia y México

Two approaches to setting spectrum use rights: the case of the IMT bands in Colombia and Mexico

Angélica Gutiérrez Guerrero¹, Catalina Ovando²

Palabras clave: valuación del espectro radioeléctrico; costos de las bandas IMT; regulación, espectro radioeléctrico, México, Colombia

Resumen

En los últimos diez años México y Colombia han incrementado sus clientes de servicio de telefonía y banda ancha móvil de forma exponencial. La fijación de precios de las bandas IMT implica un gran desafío en la gestión del espectro radioeléctrico, ya que incide directamente en el desarrollo de infraestructuras y economía digital. Dada las similitudes socioeconómicas de ambos países latinoamericanos, el objetivo central de esta investigación es realizar un análisis comparativo del contexto regulatorio de los elementos que se consideran al establecer la fijación de los derechos de uso del espectro de las bandas IMT en Colombia y México. Para tal fin, se muestran los elementos teóricos en la fijación de precios y el contexto regulatorio y competitivo de la industria en ambos países. Posteriormente, se analizan los elementos que consideran ambos países en la fijación de precios de derechos de uso. Los resultados muestran que ambos países gestionan el espectro radioeléctrico con las mismas bandas de frecuencia exceptuando la banda de 800 MHz que Colombia ya no utiliza. Además, a partir del 2021 para México los precios de derechos de uso de espectro radioeléctrico incrementarán en un 7% para las bandas de 800MHz y 850 MHz. Esta actualización en la LFD se contrapone al análisis expuesto por el organismo regulador en septiembre del 2020, donde se expone que se debe realizar una disminución de precios de derechos de uso de espectro. Por otra parte, Colombia realizó una reforma en 2011 en donde disminuyó los precios anuales que los operadores pagan por el derecho del espectro y a partir del 2020 permite acreditar derechos de uso contra inversión. Con respecto a los elementos para la fijación de precios de derechos de uso se consideran en ambos países la banda de frecuencias y la cantidad de ancho de banda, pero en México se establece el precio de acuerdo a la región y Colombia considera el elemento factor de ponderación por uso de espectro, factor de población y la inversión contra pago de derechos.

Abstract

In the last ten years, Mexico and Colombia have increased their cell phone and broadband customers exponentially. The IMT band pricing entails a significant challenge in radio spectrum management since it directly affects network roll-out and the digital economy. Given the socioeconomic similarities between the two Latin American countries, this research's central objective is to make a comparative analysis of the regulatory context of the elements considered when establishing the rights of use of the spectrum of the IMT bands in Colombia and Mexico. To this end, the theoretical elements in pricing and the industry's regulatory and competitive context in both countries are shown. Subsequently, the elements considered by both countries in the pricing of rights of use are analyzed. The results have shown that both countries manage the radio spectrum with the same frequency bands except for the 800 MHz band that Colombia no longer uses. Also, as of 2021, for Mexico the prices of radio spectrum use rights will increase by 7% for the 800 MHz and 850 MHz bands. This update to the Federal Act of Rights contrasts with the analysis presented by the telecommunications regulator in September 2020, which states that a reduction in the price of spectrum use rights must be made. On the other hand, Colombia carried out a reform in 2011 where it decreased the annual prices that operators pay for spectrum rights and from 2020 it allows to credit rights of use against investment. Finally with respect to the elements for pricing rights of use, both countries consider the frequency band and the amount of bandwidth, but for Mexico the price is established according to the region and Colombia takes into account weighting by spectrum use and population, and an investment credit against payment of rights.

Keywords: spectrum radio valuation; IMT band costs; regulation, radio spectrum, Mexico, Colombia

¹Estudiante de Doctorado en Planeación Estratégica y Dirección de la Tecnología, Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla (UPAEP). Email: angelica.gutierrez@upaep.edu.mx

²Profesora-Investigadora de Posgrados en Planeación Estratégica y Dirección de la Tecnología, Universidad UPAEP. Email: mariacatalina.ovando@upaep.mx

1. Introducción

En los últimos diez años México y Colombia han incrementado sus clientes de servicio de telefonía móvil y de banda ancha móvil de manera considerable (IFT, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015a, 2016, 2017, 2018a, 2019 y MinTIC 2016a, 2020), es así que para poder brindar la prestación de servicios móviles se depende de varios factores, tales como el desarrollo de tecnologías; de la inversión realizada por el sector privado; de las acciones del Estado al establecer las políticas públicas idóneas; así como de realizar la valuación del espectro y proporcionar el acceso al recurso que es escaso y de alta demanda (IFT, 2020f). Al mismo tiempo autores como (Malisuwan, Tiamnara, Suriyakrai, 2015) refieren que el crecimiento de las telecomunicaciones móviles implica un gran desafío en la gestión y valoración del espectro radioeléctrico.

Por lo tanto, los gobiernos y reguladores deben comprender la facultad que tienen para maximizar los servicios móviles de acuerdo a las políticas que formulen, un desafío es determinar los derechos de uso que alienten la inversión y la competencia. En primer lugar, el espectro se convierte en la forma que tiene el Estado para obtener recursos y para los operadores móviles es el insumo que les permite ofrecer sus servicios (GSMA, 2018). Por otra parte, las políticas adecuadas para la fijación de precios del espectro radioeléctrico pueden apoyar el bienestar social y a los usuarios. En cambio, las políticas públicas que fomentan maximizar los ingresos públicos pueden afectar de manera negativa los resultados para los clientes al generar servicios más caros y menos inversiones en infraestructura (GSMA, 2018b).

Indiscutiblemente el cuestionamiento principal es ¿cuáles son los objetivos y elementos que se deben considerar para establecer el precio de derechos de uso?, en primer lugar los objetivos deben permitir: crear estímulos para asegurar el uso eficiente técnicamente y económicamente, retribuir de manera razonable a los ciudadanos, asegurar inversiones de los operadores móviles, que los precios a los consumidores no se afecten negativamente por los precios de derechos de uso y finalmente asegurar que el enfoque utilizado para la fijación de los precios de uso sea transparente, equitativo, objetivo y no discriminatorio (AETHA, 2018). Adicionalmente se deben considerar los elementos que deben tomarse en cuenta, en un análisis con 31 países que fijan derechos de uso, los elementos más utilizados fueron el ancho de banda, factor de banda de frecuencia y población (AETHA, 2018), pero de acuerdo con (ITU, 2017), existen varios elementos que deben ser considerados para la adecuada fijación de precios tales como: I) evitar precios que pueden incurrir de manera negativa en el desarrollo, en el aspecto económico, en el grado de inversión; II) tener clara la finalidad del recurso que se obtiene con los derechos de uso; III) los costos directos o indirectos de los organismos que realizan la gestión del espectro; IV) la situación de escasez y situación de no escasez del espectro; V) aplicar precios que promuevan la utilización más rentable; VI) considerar que los avances tecnológicos, los aspectos nacionales e internacionales, la demanda, los costos de los equipos de radiocomunicaciones; VII) duración de la licencia; por último VIII) considerar que el objetivo económico también implica el objetivo social.

Por lo tanto, el objetivo central de esta investigación es realizar un análisis comparativo del contexto regulatorio y de los elementos que se consideran al establecer la fijación de los derechos de uso del espectro de las bandas IMT en Colombia y México. Adicionalmente se realiza un análisis de la industria de las telecomunicaciones considerando la evolución de la cantidad de usuarios en el mercado móvil y de los precios establecidos al consumidor para servicios de telefonía móvil en ambos países. Cabe mencionar que los países fueron seleccionados por la similitud en las características socioeconómicas de Colombia y México.

El documento está estructurado de la siguiente manera. La sección 2 ofrece el contexto relacionado la valuación del espectro radioeléctrico y los elementos para la fijación de derechos de uso. La sección 3 describe la industria de las telecomunicaciones en México. La sección 4 describe la industria de las telecomunicaciones en Colombia. La sección 5 presenta la metodología. En la Sección 6 se explican y discuten los resultados; y finalmente en la sección 7 se presentan las principales conclusiones.

2. Valuación del espectro radioeléctrico

La valuación del espectro radioeléctrico al ser un recurso escaso, habilitador de servicios y derecho, requiere de una gran labor gubernamental, donde es fundamental la actuación del Estado quien es el responsable de realizar la valuación y proporcionar el acceso al recurso (IFT, 2020f). Cabe mencionar que esta jurisdicción se justifica de acuerdo a la constitución de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (IUT) que establece que el Estado tiene el derecho de reglamentar sus telecomunicaciones para salvaguardar la paz, el desarrollo económico y social (ITU,2020). Por lo tanto la valuación del espectro será importante para las próximas decisiones en mira al despliegue de las redes 5G y por consiguiente los gobiernos que gestionan el espectro radioeléctrico necesitan establecer dos cuestionamientos importantes ¿quién obtiene valor por el uso del espectro? y ¿cuál debe ser la medición correcta para establecer su valor? (Beltrán, 2017), y no solo los gobiernos sino también los organismos reguladores de telecomunicaciones deben utilizar la forma adecuada para estimarlo (Malisuwan, Kaewphanuekrungs, Milindavanij, 2016).

Por lo consiguiente y en relación con la valuación del espectro radioeléctrico, es necesario comprender el concepto adecuadamente. En la literatura existen diferentes enfoques para su valuación, los principales enfoques son el valor de ingeniería, el valor económico y el valor estratégico (Matinmikko et al, 2018). El valor de ingeniería del espectro se refiere al ahorro de costos en la infraestructura que un operador puede lograr al obtener acceso a espectro adicional (Ahmed, Yang, Sung, Markendahl, 2015), el valor económico del espectro se relaciona con los beneficios futuros que se pueden obtener a través de su uso, de tal forma que a medida que aumenta la rentabilidad, también aumenta su valor. Asimismo, la rentabilidad de las diferentes bandas de frecuencia de espectro tiene diferentes valores específicamente porque tales bandas ofrecen diferentes servicios (Bazelon, C., & McHenry, G. (2013) y por último el valor estratégico une los dos últimos (Matinmikko et al, 2018). En resumen, el enfoque de ingeniería está relacionado a los costos, el valor económico se relaciona a la utilidad del valor y está orientado al precio (Matinmikko et al, 2018). Por otro lado los autores (Bazelon& McHenry, 2013) mencionan que es indispensable comprender su valor económico, para gestionarlo de manera eficiente, ya que los responsables de las políticas públicas deben conocer qué políticas aumentan el valor económico y cuáles lo disminuyen, así mismo conocer qué políticas mejoran el bienestar social a través de una mejor gestión, de ahí que el valor del espectro se ve reflejado en el tipo de servicios inalámbricos que se ofrecen (Bazelon, 2011; Hazlett y Bazelon, 2007).

Hay que mencionar, además que el IFT (2020d) refiere que es importantes realizar una adecuada valuación antes de comenzar cualquier proceso de licitación, por otra parte hay autores que indican que en gran medida el valor del espectro se relaciona con las condiciones, parámetros y restricciones que se realizan en los métodos de atribución y asignación de espectro (Matinmikko, Yrjölä, Seppänen, Ahokangas, Hämmäinen, Latva-Aho, 2019). Cabe mencionar que en el proceso de asignación del espectro existen tres tipos de mecanismo de pago que deben ser evaluados para analizar su valuación, el primero es el precio que se paga al adquirir la licencia; el segundo es el pago anual por la renta del recurso; y el tercero es un enfoque híbrido que contempla un pago por adelantado y uno anual. (Matinmikko et al, 2018).

En relación con la fijación de los precios que se deben establecer, los autores (Matinmikko et al 2019) señalan que los precios iniciales altos pueden representar grandes costos de financiación para los operadores. Por otra parte, las tasas anuales pueden ser menos atractivas si los operadores se declaran insolventes, esto también podría no satisfacer al encargado de recabar fondos mediante la concesión de espectro y finalmente la fijación de los precios debe permitir un claro objetivo de política pública, el promover el desarrollo y la innovación de la industria. Hay que mencionar, además que existe una relación importante entre bajos precios de espectro radioeléctrico, con respecto a lograr la mejora en los servicios móviles, mientras que los precios elevados de espectro radioeléctrico generan menor calidad en los servicios móviles y aumentan los costos para los consumidores, para los operadores implica realizar menor inversión, por lo que se recomienda que los precios de espectro sean modestos y determinados por el mercado (GSMA, 2018). Así mismo el organismo regulador en México considera que los altos precios de derechos de uso generan obstáculos para el ingreso de nuevos operadores móviles, disminuyen la participación en nuevas licitaciones y fomentan la devolución del recurso al estado (IFT, 2020e).

2.1 Elementos para determinar derechos de uso de espectro

En relación con elementos para la fijación de precios, estos pueden establecerse con base en diferentes elementos tales como cantidad de espectro, zona de cobertura, canales o enlaces empleados, grado de saturación, eficiencia de los equipos de transmisión (ITU, 2017). Acorde con un estudio de AETHA (2018) en donde se desarrolló un análisis en 31 países de los continentes americano, australiano y europeo que cobran pagos anuales para el uso de espectro radioeléctrico, se encontró que los elementos considerados fueron: ancho de banda, ámbito territorial, población, ingresos móviles, factor de banda de frecuencia, ámbito regional, estaciones base y suscriptores. Se da a conocer que los elementos más utilizados para determinarlo son el ancho de banda, factor de banda de frecuencia y población, cabe mencionar que en el continente americano algunos países han utilizado elementos como estaciones base, ingresos móviles y cantidad de suscriptores, como se observa en la figura 1.

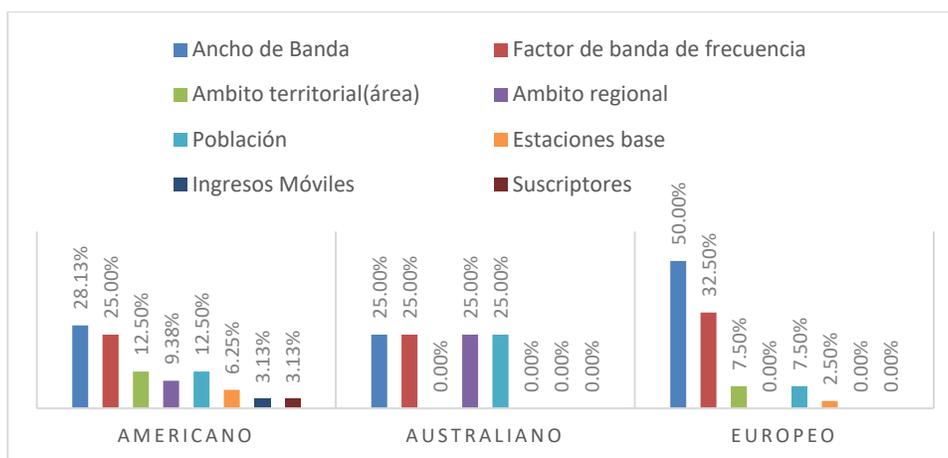


Fig. 1. Parámetros para determinar pagos anuales de espectro radioeléctrico por continente
Fuente: Elaboración propia AETHA (2018).

Por otra parte, la UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones) plantea que la determinación de precios de derechos de uso tiene una relación importante con las condiciones económicas y del mercado de las telecomunicaciones, por lo tanto analiza algunos elementos para el establecimiento de los precios por derechos de uso, los cuales se resumen en la tabla 1 (ITU, 2017).

Tabla 1. Elementos para la fijación de precios de derechos de uso de espectro

Aspecto	Análisis
Contexto fiscal	Se debe considerar que el uso de espectro favorece la situación económica, por lo tanto los impuestos que gravan los ingresos, IVA, y otros costos reglamentarios pueden incurrir de manera negativa en el desarrollo, en el aspecto económico, en el grado de inversión.
Objetivos de los derechos de uso	Tener claro la finalidad del recurso que se obtiene con los derechos de uso.
Operaciones del organismo	Se debe considerar los costos directos o indirectos de los organismos que realizan la gestión del espectro.
Oferta y demanda del espectro.	Se debe considerar 2 aspectos: Situación de escasez y situación de no escasez
Utilización más rentable del espectro radioeléctrico.	Aplicar precios que promuevan la utilización más rentable.
Avances tecnológicos	Considerar que los avances tecnológicos, los aspectos nacionales e internacionales, la demanda, los costos de los equipos de radiocomunicaciones son factores que se incluyen en el valor del espectro.

Tipo de licencia y duración	Considerar la duración de la licencia.
Valores sociales	Considerar elementos que generen valor social.

Fuente: Elaboración propia con base en (ITU, 2017).

3. Industria de las telecomunicaciones en México

3.1 Reformas de las telecomunicaciones

Las telecomunicaciones en México se rigen con un marco regulatorio que ha permitido la adaptación del sector a las condiciones económicas y técnicas del país, La Ley de Vías Generales de Comunicación ha sido base para el desarrollo principalmente en la telefonía móvil desde su aprobación en 1940 (PROFECO, 2020). Posteriormente y debido al Tratado de Libre Comercio de América del Norte en 1990 y por los lineamientos que rigen la Organización Mundial de Comercio (1994), México debía modificar su marco jurídico en el sector de las telecomunicaciones para favorecer competencia y libre concurrencia, por lo que en el año de 1995 se aprueba la Ley Federal de Telecomunicaciones (Álvarez, 2017a), ese mismo año el Estado crea la Comisión Federal de Telecomunicaciones (COFETEL), la cual regulaba, promovía y supervisaba el desarrollo eficiente de las telecomunicaciones y la radiodifusión (CFT, 1995). Por otra parte, en el año 2012, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), otorgó una serie de recomendaciones al Estado mexicano que incluían fomentar la competencia, mejorar las condiciones del mercado, el establecimiento de políticas nacionales y finalmente modificar el marco jurídico y regulatorio debido al bajo nivel de cumplimiento de objetivos en el sector (OCDE, 2017a).

Es así que el momento importante en el desarrollo de las telecomunicaciones fue la reforma constitucional de 2013, que incluyó principalmente a nivel constitucional los derechos de acceso a las tecnologías de la información y comunicaciones (TIC), la aprobación de la Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión (LFTR), y la creación del Instituto Federal de Telecomunicaciones (IFT) (Álvarez, 2017b), hay que mencionar, además que este organismo es independiente, con patrimonio propio y personalidad jurídica, que regula, promueve y supervisa el uso, explotación y aprovechamiento del espectro radioeléctrico, de las redes y de los servicios de radiodifusión y telecomunicaciones (SCT, 2020).

Por otra parte y como resultado de esta reforma, se mostraron avances en el sector de las telecomunicaciones, se mejoró de forma importante las condiciones del mercado, debido a la inversión en tecnologías móviles se mejoró la calidad en el servicio (QoS) con un incremento en velocidades de banda ancha y transferencia de datos, así mismo los precios de comunicaciones móviles disminuyeron lo que permitió un incremento en los usuarios móviles, en este sentido la OCDE menciona que la adecuada aplicación de políticas públicas es crucial para generar buenos resultados en las telecomunicaciones y para consolidar las actuales reformas deben de realizarse actualizaciones a las políticas públicas con una referencia jurídica confiable y robusta para establecer bases sólidas en el sector. Ahora bien, la OCDE hace la recomendación a México con respecto al pago de derechos anuales que se fijan por el uso de espectro, el organismo menciona que de ser posible es necesario realizar una reducción de los pagos anuales (OCDE, 2017a).

3.2 Evolución del mercado móvil

México cuenta con 125,187,208 millones de habitantes a nivel nacional (IFT, 2020i) y durante el último trimestre de 2019, la industria de las telecomunicaciones representó un 3% del PIB, aproximadamente 26.683 millones de dólares de los EE.UU., actualmente se reportan 97,435,341 de líneas de servicio de acceso a internet a nivel nacional, las cuales representan el 81% para líneas prepago y el 19% para líneas pospago, con una tasa de crecimiento del 10.4%. En cuanto a los operadores móviles, Telcel de América Móvil tiene el 69.9% de los suscriptores, los de AT&T representan el 17.1%, los de Telefónica el 11.3% y otros operadores el 2.1% del mercado de servicio de acceso a internet. Por otra parte el servicio móvil de telefonía reporta 122,040,789 líneas en donde el 83.5% es para líneas prepago, el 13% líneas pospago

controlado y el restante 3.5 % para líneas pospago libre, la distribución del mercado con respecto al número de líneas concentra el mercado para América Móvil con un 62.4 %, Telefónica 20.6 %, AT&T 15.3% y finalmente los operadores móviles representan el 1.7 (IFT, 2020j).

La figura 2 muestra el comportamiento del crecimiento de los servicios de telefonía móvil y de banda ancha móvil en México desde 2010 hasta el último trimestre de 2019. Los datos muestran dos tendencias: una tasa de crecimiento ligera para servicios de telefonía móvil, y un crecimiento positivo de 2014 a 2019 para banda ancha móvil.

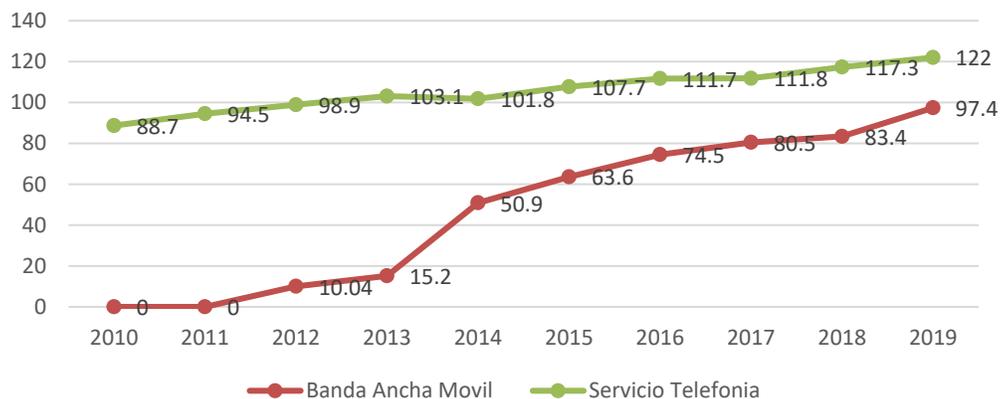


Fig. 2. Crecimiento de líneas de banda ancha móvil y servicio de telefonía móvil en México.
Fuente: IFT (2010), IFT (2011), IFT (2012), IFT (2013), IFT (2014), IFT (2015a), IFT (2016), IFT (2017), IFT (2018a), IFT (2019).

Por otra parte, los precios de telefonía móvil han bajado debido al incremento en los ingresos en el sector, el ingreso de inversión extranjera (OCDE, 2017b), la imposición de tarifas de acceso asimétricas (IFT, 2020i). De ahí que las tasas de terminación móvil se redujeron a cero en el caso del agente preponderante (OCDE, 2017c), por lo tanto en los últimos diez años se han disminuido los precios un 57.86% para telefonía móvil (IFT, 2020i), tal como se muestra en la Figura 3. Así mismo parte este efecto puede ser debido a que mejoró la calidad de los servicios y entraron nuevos competidores debido a la reforma de las telecomunicaciones (PROFECO, 2020)

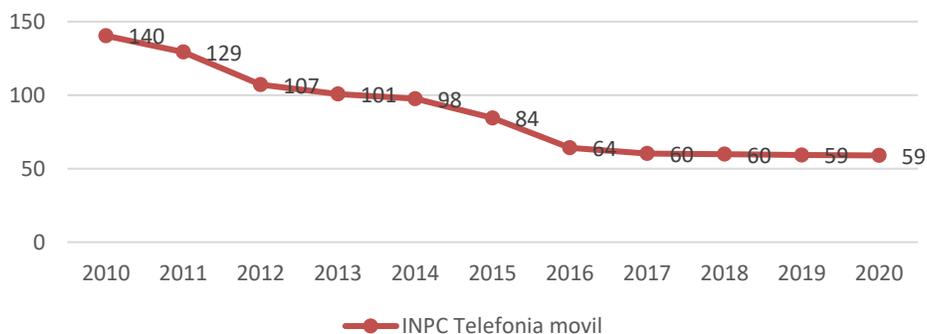


Fig. 3. Comparación de índice de precios al consumidor para servicios de telefonía móvil en México.
Fuente IFT (2020i).

3.3 Situación actual en asignación de espectro radioeléctrico y regulación de pagos anuales en México

Actualmente México tiene un total de 508.16 MHz de espectro radioeléctrico para servicios móviles, como se puede visualizar en la tabla 2, los cuales proveen los servicios de banda ancha móvil y servicio de telefonía móvil. Ya que es un insumo primordial los costos de este recurso influyen en 3 aspectos principalmente la cobertura, la calidad y los servicios en favor de los usuarios (IFT, 2020e)

Tabla 2. Asignación de espectro asignado actual para servicios móviles por país y banda

País/Banda	600 MHz	700 MHz	800 MHz	850 MHz	1.9 GHz	1.7 y 2.1GHz	2.5 GHz	Total
México	0	90	3.2	42.95	110.96	130	131.5	508.16

Fuente: Elaboración propia con base en (IFT, 2020a), (IFT, 2020b), IFT (2020c)

Por lo que se refiere a los costos totales para el uso de espectro radioeléctrico el precio total se divide en dos partes, el primero consiste en un primer pago relacionado al pago de la contraprestación de la concesión adquirida, en segundo lugar el precio anual que debe ser realizado como renta por el uso del recurso (IFT, 2020e). El pago de derechos es establecido y autorizado por el congreso considerando la propuesta de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP) (AETHA, 2018). Por otra parte los pagos anuales que se pagan por el uso del espectro en México se establecen en la ley de derechos (LFD) en los artículos 244, 244A, 244B, 244C, 244D, 244E, 244F considerando el precio en un kilohertz. Con base en esta ley el pago de derechos se establece de acuerdo a tres variables, la primera de ellas es la división del territorio nacional en nueve regiones, la segunda es la banda de frecuencias y la última la cantidad de MHz adquiridos. En resumen los artículos correspondientes al pago de derechos anuales para México para el año 2020 se presentan en la tabla 3, donde se concentran los precios en dólares americanos por cada región y banda en MHz (Un MHz equivale a 1000 KHz) (LFD, 2020).

Tabla 3. Precios anuales de espectro radioeléctrico en México

Artículo	244	244A	244B	244C	244D	244E	244F
					431.3 a 433		
					438.3 a 440		
					475 a 476.2		
				30 a 35	494.6 a 495.8		
Región /Rango de frecuencias en MHz			824 a 849 869 a 894 1850 a 1910 1930 a 1990	40 a 45 901 a 902 929 a 932 940 a 941	806 a 821 851 a 866 896 a 901 935 a 940	1710 a 1770 2110 a 2170	410 a 430
1	80,891	19,586	197,316	1,004,162	197,316	197,316	43,404
2	11,991	2,903	29,250	850,067	29,250	29,250	6,435
3	50,932	12,333	124,236	227,120	124,236	124,236	27,328
4	253,325	61,334	617,933	401,325	617,933	617,933	135,926
5	98,386	23,823	239,991	591,829	239,991	239,991	52,791
6	41,047	9,939	100,126	285,753	100,126	100,126	22,025
7	7,012	1,698	17,105	485,993	17,105	17,105	3,762
8	4,740	1,147	11,561	237,704	11,561	11,561	2,544
9	368,453	89,213	898,762	822,019	898,762	898,762	197,701
	916,778	221,976	2,236,280	4,905,972	2,236,280	2,236,280	491,916

Fuente: Elaboración propia con base en (LFD, 2020).

4. Industria de las telecomunicaciones en Colombia

4.1 Reformas de las telecomunicaciones

En el año de 1989 se aprobó la Ley 72 de 1989, la cual establece nuevos conceptos y principios de las telecomunicaciones en Colombia, posteriormente en el decreto 1900 de 1990 se incluye como servicio a la telefonía móvil y en año de 1993 se reglamenta la prestación del servicio de telefonía celular en la Ley 37 de 1993, un año después en la ley 142 de 1994 se establece que la telefonía celular está sujeta a regulación y se definen las funciones del Ministerio de Comunicaciones así mismo se crea la Comisión de Regulación de Comunicaciones (CRT) con el objetivo de regular los monopolios, promover la competencia, resolver conflictos entre operadores. Es así que en la década de los noventa se obtuvo un crecimiento del PIB por este sector que paso del 1.7% al 2.7 % atribuible al crecimiento de la telefonía celular, la apertura de mercados de larga distancia y la competencia (Uribe, 2005), aun cuando se ofreció los servicios móviles hasta el año de 1994, Colombia fue uno de los últimos países de América Latina en ofrecer el servicio móvil (OECD, 2014).

Se debe agregar que en el año 2000, la ley 555 determinó el ingreso de un tercer participante y estableció que tres años no se ofrecerían nuevas concesiones y es hasta el año 2002 que se crea el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MinTIC), con el objetivo de gestionar las políticas del sector de las telecomunicaciones, administrar las contraprestaciones y el pago anual de los concesionarios de radiodifusión sonora y de telecomunicaciones MinTIC (2014). La ley 1341 de 2009 constituyó un avance en la regulación de las telecomunicaciones en Colombia ya que estableció la importancia de las tecnologías de la información (TIC), la calidad de los servicios y creo la agencia especializada de espectro (ANE) (OECD, 2014).

4.2 Evolución del mercado móvil

Colombia cuenta con 48,258,494 millones de habitantes a nivel nacional y durante el último trimestre de 2019, la industria de las telecomunicaciones representó un 3.3% del PIB (DANE, 2020), actualmente se reportan 29,361,628 líneas de servicio de acceso a internet a nivel nacional, las cuales representan el 97.41% para líneas prepago y el 2.59% para líneas pospago, los operadores móviles Claro tiene el 57.87% de los suscriptores, Movistar representa el 18.32%, Tigo el 15.53% y otros operadores el 8.28 % del mercado de servicio de acceso a internet. Por otra parte, el servicio móvil de telefonía reporta 64, 867,018 líneas en donde el 80.54% es para líneas prepago, el 19.46% líneas pospago, la distribución del mercado con respecto al número de líneas concentra el mercado para Claro con un 51.18 %, Movistar 24.48 %, Tigo 16.92% y finalmente otros operadores móviles representan el 7.42% (MinTIC, 2020). La figura 4 muestra el comportamiento del crecimiento de la telefonía móvil total en Colombia desde 2010 hasta el último trimestre de 2020. Los datos muestran dos tendencias: una tasa de crecimiento ligera para servicios de telefonía, y un crecimiento al alza de 2016 a 2017 para banda ancha móvil.

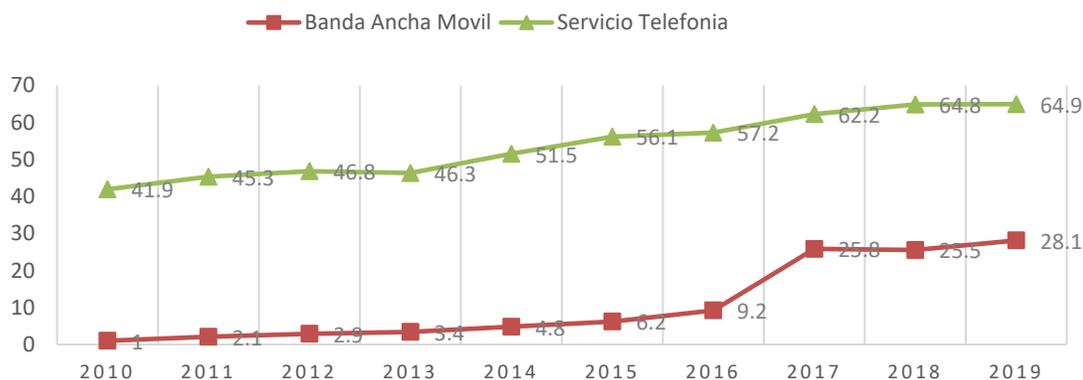


Fig. 4 Crecimiento de líneas de banda ancha móvil y servicio de telefonía móvil en Colombia.

Fuente: MinTIC (2016a), MinTIC (2016b), (MinTIC, 2020)

Por otra parte, los precios de telefonía móvil han presentados un decremento en los últimos diez años en un 61.94%, tal como se muestra en la Figura 5.

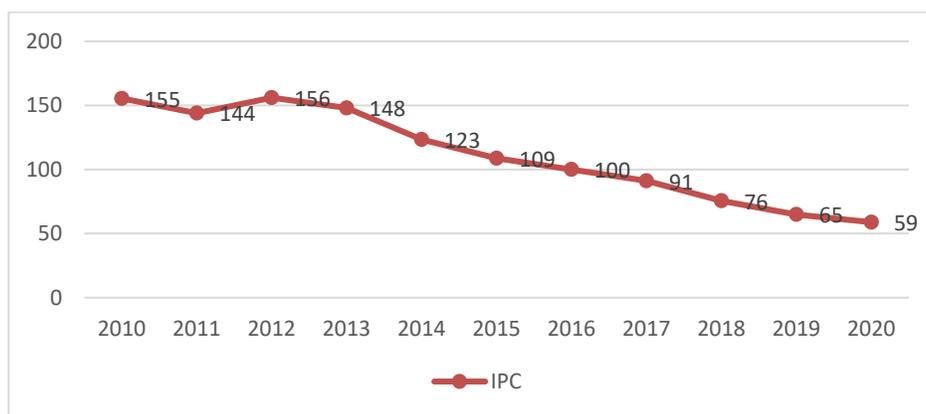


Fig. 5. Comparación de índice de precios al consumidor para servicios de telefonía móvil en Colombia. Fuente: TEMATICAS (2020).

4.3 Situación actual en asignación de espectro radioeléctrico y regulación de pagos anuales

En este país el espectro radioeléctrico se considera un insumo imprescindible para lograr un despliegue de infraestructura en las telecomunicaciones móviles y permitir mayor cobertura y calidad. Así mismo se considera que la asignación de espectro radioeléctrico fomenta la inversión, lo que implica mayor competencia y finalmente mejoras en servicios a costos menores para los usuarios finales (MinTIC, 2019a). En relación con la cantidad de espectro asignado al año 2020, Colombia tiene un total de 549.5 MHz de espectro radioeléctrico para servicios móviles, como se puede visualizar en la tabla 4.

Tabla 4. Asignación de espectro asignado actual para servicios móviles por país y banda

País/Banda	600 MHz	700 MHz	800 MHz	850 MHz	1.9 GHz	1.7 y 2.1 GHz	2.5 GHz	Total
Colombia	0	80	0	59.5	115	95	200	549.5

Fuente: Elaboración propia con base en (Castro, 2015), (MICTIC, 2015a)

Por lo que se refiere al cálculo de los pagos de Colombia aplica una renta anual. En el periodo 2003 al 2010, se calculaban de acuerdo al marco normativo establecido en el Decreto 1972 de 2003, considerando el uso de frecuencias radioeléctricas de cubrimiento y/o enlaces punto-multipunto (MinTIC, 2003), con referencia a la fórmula 1.

$$V_{\text{anual}} = \frac{(AB \text{ (MHz)} * V \text{ (SMLMV)} * Y \text{ (\%)})}{1(\text{Mhz})} \quad (1)$$

Donde:

- V_{anual} El valor anual, en salarios mínimos legales mensuales (smlmv)
- AB (MHz) Ancho de banda en MHz
- V Valor de 1 MHz en smlmv de acuerdo con la posición de ancho de banda asignado
- Y Valor relativo del espectro de acuerdo con el área de mercado.

Cabe aclarar que en el artículo 33 del mismo decreto se proponen valores de V y Y, para el valor de Y se consideran zonas urbanas o rurales, si sólo es Y es zona rural, cuando es la misma red si la sumatoria del valor de Y de los municipios rebasa

el valor del Y departamental, se utilizará, el valor de Y del departamento, de manera similar cuando la sumatoria del valor de Y de los departamentos nacionales supera el valor de Y nacional, se considerara, el valor del Y Nacional.

De igual modo en el año 2010 se aprobó la Resolución 2877 de 2011 expedida el 26 marzo del 2010, la cual contempla el pago anual por la utilización de frecuencias UHF de servicios móviles, clasificadas como cubrimiento o enlaces punto-multipunto de acuerdo a la Tabla 5. En cuanto a la fórmula en que Colombia determina los precios de derechos de uso de espectro esta se expresa en la Formula 2, en donde se consideran cuatro variables tales como el ancho de banda asignado, salarios mínimos legales mensuales (SMLMV) con base al rango de frecuencias para bandas móviles como se indica en la tabla 5, el factor de ponderación se muestra en la tabla 6 y el factor de población determinado por la fórmula 3 (MinTIC, 2011).

Formula 5 Resolución 2877 de 2011

$$Pac = AB * V * Fpes * Fpo \quad (2)$$

Donde:

Pac	El valor anual, en smlmv
AB	Ancho de banda asignado en MHz
V	Valor de 1 MHz en smlmv de acuerdo al rango de frecuencias Ver Tabla 7
Fpes	Factor de ponderación por uso de espectro (Ver tabla 4)
Fpo	Factor de población

Fórmula 3

$$Fp = \left[\left(\frac{Pare}{Pnac} \right) + (n * 0.0005) \right] \quad (3)$$

Pare	Población en el área de servicio autorizada
Pnac	Población total del territorio nacional

Tabla 5. Bandas de frecuencia para cubrimiento punto-multipunto

Rango de frecuencia inicial (MHz)	Rango de frecuencia final (MHz)	N
300	512	2600
512	698	1300
698	806	1300
806	894	1300
894	960	1300
960	1427	1300
1427	1530	1300
1530	1700	1300
1700	2200	1300
2200	2700	1300
2700	3000	1300

Fuente: Elaboración propia con base en (MICTIC, 2011).

Tabla 6. Factores de ponderación de uso de espectro

Área de servicio	Nacional	Regional Departamental	Departamental	Bogotá D.C	Regional Municipal	Municipal
Fpes	1.0	1.5	1.7	1.9	2.5	3.0

Fuente: Elaboración propia con base en (MICTIC, 2011).

5. Metodología

En el presente artículo se realiza una investigación de carácter cualitativo descriptivo, con el fin de analizar dos enfoques en la fijación de los derechos de uso del espectro: el caso de las bandas IMT en Colombia y México. La metodología fue aplicada en 4 etapas: en la primera fase se realizó un análisis de la normatividad que rige la gestión de espectro para la fijación de precios, para el caso de México se analizó la Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión (LFTR) y en Colombia la Ley 1341 del 2009. En la etapa 2 se obtuvo información referente a los pagos anuales que los operadores móviles realizaron por la adquisición del espectro radioeléctrico, para México se analizó la información del Instituto Federal de Telecomunicaciones (IFT), las leyes de derechos (LFD) en el periodo comprendido del año 2003 al 2020, para Colombia la página web del Ministerio de Tecnologías de la Información y Comunicaciones (MinTIC), el decreto 1341 del año 2009 y la resolución 2877 de 2011 y adicionalmente se utilizó la herramienta de autoliquidación de contraprestaciones por uso del espectro radioeléctrico. En la etapa 3 se realizaron los cálculos correspondientes de los pagos de derechos anuales como se muestra en los apartados 5.1 y 5.2 y finalmente en la etapa 4 se realizó el análisis comparativo de los resultados.

5.1 Estimación de pagos anuales en México

Por otra parte para el cálculo de precios anuales se lleva a cabo un compendio de los precios de espectro desde el año 2003 al año 2020 de acuerdo a las leyes de derechos (LFD, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020) para las bandas activas que corresponden a 700 MHz, 800 MHz, 850 MHz, 1.9 GHz, 1.7 y 2.1 y 2.5 GHz se asume que los operadores poseen licencias que abarcan las nueve regiones, se realiza la sumatoria de los precios por banda y año; y posteriormente se convierte el costo a MHz multiplicando por 1000 KHz, tal como se puede observar en la fórmula 4.

$$C_{ba} = \sum_{r=1}^9 X_{rba} * 1000 \text{ KHz} \quad (4)$$

Donde:

C_{ba}	Es la sumatoria de precios de espectro por banda y año
X_{rba}	Es el precio de la banda por región, banda y año
r	Es la región de 1 a 9

Del resultado de las sumatorias por banda y año se toma de manera inicial el valor del año 2020 y se realiza la estimación de los precios de espectro para el siguiente año con base a la reforma de ley de derechos 2021(LFD, 2021) con un incremento del 7% anual para las bandas de 800 y 850 MHz y para el resto con respecto a la inflación y así sucesivamente hasta obtener los años necesarios para la licencia (Fórmula 5)

$$CE_{ba} = C_{ba} + \left(\frac{C_{ba} * In}{100} \right) \quad (5)$$

Donde:

CE_{ba}	Son los precios estimados posteriores al 2020 por banda y año.
C_{ba}	Es el valor obtenido en la fórmula 4
In	Porcentaje de incremento

Por último, para obtener el precio de pago de derechos se realiza la sumatoria desde el año de inicio de la licencia al final, considerando los precios de la fórmula 4 y la formula 5 según corresponda.

$$PagoAnual_b = \sum_y^n C_{ba} \quad (6)$$

Donde:

$PagoAnual_b$	Es el pago por derechos de uso por banda
y	Año inicial de la licencia
n	Año final de la licencia

5.2 Estimación de pagos anuales en Colombia

Por lo que se refiere a estimación de pagos anuales, se elabora una recapitulación de los precios de espectro desde el año 2003 al año 2020 y se utiliza la herramienta de autoliquidación de contraprestaciones para calcular los precio por el uso del espectro (MICTIC, 2015b) para las bandas activas que corresponden a 700 MHz, 800 MHz, 850 MHz, 1.9, 1.7 y 2.1 y 2.5 GHz. En el caso particular de Colombia se consideran los siguientes parámetros para el cálculo de los precios de pagos anuales, en el primer parámetro denominado régimen se consideró el decreto 1972 de 2003 para los años del 2003 al 2010 y del 2011 al 2020 la resolución 2877 de 2011, en la parámetro tipo de servicio se considera el cubrimiento y/o enlaces punto-multipunto, el año de servicio a calcular, en el parámetro ancho de banda se contempla la cantidad de MHz adquiridos por el operador, en el parámetro tipo de servicio de cubrimiento se considera el valor punto a multipunto, en el parámetro cantidad de frecuencias el valor fue uno y finalmente el área cubrimiento se consideró nacional. Del resultado por banda y año se toma de manera inicial el valor del año 2020 y se realiza la estimación de los precios de espectro con un incremento de la inflación anual como se muestra en la fórmula 7, y así sucesivamente hasta obtener los años necesarios para la licencia.

$$CEC_{ba} = C_{ba} + \left(\frac{C_{ba} * In}{100} \right) \quad (7)$$

Donde:

CEC_{ba}	Son los precios estimados posteriores al 2020 por banda y año
C_{ba}	Precios por banda y año
In	Inflación anual

Por último, para obtener el precio total de derechos anuales se obtiene considerando los precios obtenidos por la herramienta de autoliquidación de contraprestaciones (fórmula 2) y los precios estimados de la fórmula 7 según corresponda y se realiza la sumatoria desde el año de inicio de la licencia al final de ésta (Fórmula 8).

$$PagoAnual_b = \sum_y^n Pac_{ba} + CEC_{ba} \quad (8)$$

Donde:	
$PagoAnual_b$	Es el pago por derechos de uso por banda
Pac_{ba}	Precio anual por banda y año
y	Año inicial de la licencia
n	Año final de la licencia

6. Resultados y discusión

En este artículo, se desarrolló un análisis comparativo del contexto regulatorio y competitivo de los elementos que se consideran al establecer la fijación de los derechos de uso del espectro de las bandas IMT en Colombia y México. En los resultados encontrados se observa que ambos países comparten acciones similares en algunos puntos para la fijación de precios de derechos de uso. En la tabla 7 se muestra un resumen los principales hallazgos generales y en la fijación de derechos de uso de espectro radioeléctrico de cada país para cada área analizada en esta investigación.

Tabla 7. Resultados comparativos México y Colombia

	México	Colombia
Organismos/ Ministerio	COFETEL creado 1995 y posteriormente se suple en el 2013 por IFT, organismo independiente, con patrimonio propio y personalidad jurídica.	CRT creado en 1994, solo desempeña un rol de decisión y no posee independencia.
Bandas de frecuencias actuales	700 MHz, 800 MHz, 850 MHz, 1.9 GHz, 1.7 y 2.1 GHz, 2.5 GHz	700 Mhz, 850 Mhz, 1.9 Ghz, 1.7 y 2.1 GHz, 2.5 GHz
Espectro actual asignado	508.16 MHz	549.5 MHz
Pagos anuales	El cálculo de derechos de espectro hasta el 2020 se realiza de acuerdo a 3 variables:	El cálculo de derechos de espectro hasta el 2020 se realiza de acuerdo a las siguientes variables:
	Similitudes	Similitudes
	I. Banda de frecuencias	I) Rango de frecuencias
	II. La cantidad de ancho de banda asignado en MHz.	II) Cantidad de ancho de banda asignado expresado en MHz
	Diferencias	Diferencias
	III. Por región	III) Población dentro del área de servicio autorizada.
		IV) Factor de ponderación por uso de espectro.
		V) Factor de población.
		VI) A partir del 2020 acreditación de inversiones para mejorar calidad, capacidad y cobertura contra un 60 % del valor de los derechos de uso (IFT (2020b)

En relación con el análisis teórico se encontró que la OCDE refiere que Colombia tiene un marco regulatorio avanzado, pero aún presenta oportunidades, tales como: generar competencia en el mercado móvil para beneficio de los usuarios, mejorar la calidad e infraestructura (OCDE, 2014). Mientras que México debe realizar una actualización de la forma que como se fijan los precios de derechos, el organismo menciona que de ser posible es necesario realizar una reducción de los pagos anuales (OCDE, 2017a).

Con respecto a los organismos reguladores se observa que en Colombia el organismo CRT solo desempeña un rol de decisión, a diferencia de México que desde el 2013 creó el IFT como organismo independiente y con personalidad jurídica. De acuerdo a las bandas de frecuencia en ambos países utilizan las mismas bandas de frecuencia exceptuando la banda de 800 MHz que México aún tiene 3.2 MHz asignados de espectro. Por otra parte para la fijación de derechos de uso ambos países consideran los elementos de banda de frecuencia y cantidad de ancho de banda asignado, pero el elemento poblacional México lo determina por región mientras que Colombia considera zonas de servicio autorizadas y los factores de ponderación por uso de espectro considerando los factores nacional, regional, departamental, municipal, así mismo contempla otro elemento que es el factor de población y recientemente la acreditación de derechos de uso por inversión.

Hay que mencionar además que en el caso de México, considerando exclusivamente los derechos de uso por un MHz a nivel regional, en el artículo 244 (fracciones B, D y E) de la Ley Federal de Derechos del año 2020 se indica que en las bandas de 800 MHz, 850 MHz, 1.9, 1.7 y 2.1 GHz se pagan los mismos derechos de uso por MHz dentro de cada zona geográfica de las nueve en que se divide el país, pero estos derechos son distintos entre regiones. Por lo que se refiere a la banda de 700 MHz en México los derechos de uso por un MHz a nivel nacional son inferiores a Colombia en un 25%, pero para el resto de las bandas México tiene precios superiores a los precios de derechos de uso de Colombia.

Por otra parte, en un análisis del promedio que se ha incrementado el precio de derechos de uso por un MHz a nivel nacional, en un rango del año 2010 hasta el año 2020, se encontró que solo aumentó un total de 3.30%. Cabe mencionar que la Ley Federal de Derechos sufrió una modificación plasmada en el Diario Oficial de la Federación el 08 de diciembre del 2020, en donde las principales modificaciones implicaron en primer lugar la creación de los artículos 244H para la banda de 600 MHz y el 244I para el rango de frecuencias del 1427 MHz a 1518 MHz, en ambos casos la ley establece precios por derechos de uso más bajos que las bandas de 800 y 850 MHz (CEFP, 2020&LFD, 2021), pero en segundo lugar realiza un incremento del 7% para las bandas de 800 MHz y 850 MHz (CEFP, 2020&LFD, 2021), esta actualización en la LFD se contrapone al análisis expuesto por el organismo regulador en septiembre del 2020, donde se expone que se debe realizar una disminución de precios de espectro. La literatura refiere que los precios altos generan que se desincentive la participación de nuevos procesos de licitación y se fomente la devolución de espectro radioeléctrico (IFT, 2020e), adicionalmente (ITU, 2017), hace hincapié que los precios de derechos altos pueden influir de manera negativa en el desarrollo económico y en el grado de inversión. Por otra parte, Colombia realizó una reforma en el 2020 en donde refiere que los operadores pueden acreditar inversiones que permitan mejorar calidad, capacidad y cobertura contra un 60% del valor por derechos de uso (IFT, 2020b).

7. Conclusiones

Esta investigación propuso un análisis comparativo del contexto regulatorio y de los elementos que se consideran al establecer la fijación de los derechos de uso del espectro de las bandas IMT en Colombia y México, de manera general se encontró que ambos países gestionan el espectro radioeléctrico con las mismas bandas de frecuencia exceptuando Colombia que ya no usa la banda de 800 MHz. En cuanto al análisis de los precios anuales, se detectó para México en la LFD del 2020 que se pagan, dentro de cada una de las nueve zonas geográficas en que se divide el país, los mismos derechos de uso por MHz en las bandas de 800 MHz, 850 MHz, 1.9, 1.7 y 2.1 GHz. En este sentido AETHA (2018) indica que el país sigue las prácticas adecuadas al establecer el costo por MHz. Con respecto a la LFD en la cual se establecen los precios anuales, se enfatiza que en la última actualización del 2020 se contempló un incremento del 7% para 2 bandas de frecuencia, mientras que Colombia reformó sus leyes para disminuir los precios anuales que los operadores pagan por el derecho del espectro desde el 2011, y en 2020 realizó una reforma para que los operadores pueden acreditar inversiones contra el valor de derechos de uso. Cabe mencionar que en un estudio de (AETHA, 2018) de acuerdo a un comparativo de 44 países pertenecientes a la OCDE se concluye que los precios de las bandas de 850 MHz, 1.9, 1.7 y 2.1, y 2.5GHz en México son altos comparados con otros países del estudio.

Para concluir es importante mencionar que los gobiernos y reguladores de telecomunicaciones deben cuestionarse cuál es la mejor manera de establecer los precios por derechos de uso de espectro radioeléctrico con miras a los retos que presentan el aumento de los servicios de telefonía y banda ancha móvil, adicionalmente es importante sentar las bases adecuadas para lograr las expectativas de las redes 5G, es así que las políticas públicas deben ser acordes a las características del mercado, en donde se genere mayor calidad en los servicios móviles para beneficio de los usuarios, a un menor costo y que permitan el cumplimiento de los objetivos establecidos para las redes móviles.

Finalmente, para trabajos futuros se pretende desarrollar un marco de toma de decisiones que genere un análisis para determinar cuál debe ser la adecuada valoración del precio del espectro radioeléctrico en lo relativo a los derechos de uso.

Referencias

AETHA (2018). Estudio sobre la valuación y determinación de derechos para bandas IMT en México. Disponible en <http://www.ift.org.mx/sites/default/files/contenidogeneral/espectro-radioelectrico/07-informeathaparaift-preciosespectroimt20dic2018v21pdfestado.pdf>

Ahmed, A. A. W., Yang, Y., Sung, K. W., & Markendahl, J. (2015). On the engineering value of spectrum in dense mobile network deployment scenarios. 2015 IEEE International Symposium on Dynamic Spectrum Access Networks (DySPAN). doi:10.1109/dyspan.2015.7343922

Álvarez, C. L. (2017a). El Regulador De Telecomunicaciones: Instituto Federal De Telecomunicaciones (Telecommunications Regulator in Mexico). Available at SSRN 2987995

Álvarez, C. L. (2017b). *Telecomunicaciones en la Constitución*. Ciudad de México. Retrieved from <https://ssrn.com/abstract=2987991>

AM (2017). Reporte Anual del 2017 América Móvil. Disponible en https://s22.q4cdn.com/604986553/files/doc_financials/annual/2017/2017-annual-report-on-form-20-f.pdf

Bazon, C. (2011). The economic basis of spectrum value: Pairing aws-3 with the 1755 MHz band is more valuable than pairing it with frequencies from the 1690 MHz band. The Brattle Group, Washington DC.

Bazon, C., & McHenry, G. (2013). Spectrum value. *Telecommunications Policy*, 37(9), 737-747. <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2013.06.004>

Beltrán, F. (2017). Accelerating the introduction of spectrum sharing using market-based mechanisms. *IEEE Communications Standards Magazine*, 1(3), 66-72. <https://doi.org/10.1109/MCOMSTD.2017.1700012>

Castro, F. (2015). Eficiencia económica de la renovación de las licencias de telefonía móvil en Colombia. Disponible en https://www.repository.fedesarrollo.org.co/bitstream/handle/11445/2393/Repor_Julio_2015_Castro_y_Zarate.pdf?sequence=1&isAllowed=y

CEFP (2020). Aspectos relevantes de la iniciativa con Proyecto de Decreto por el que se reforman, adicionan y derogan diversas disposiciones de la Ley Federal de Derechos. Disponible en <https://www.cefp.gob.mx/publicaciones/nota/2020/notacefp0632020.pdf>

COFECE (2008) Asignación y Administración del Espectro Radioeléctrico en Mexico y su impacto en el desarrollo del sector de servicios de telecomunicaciones. Disponible en https://www.cofece.mx/wp-content/uploads/2018/05/espectro_radioelectrico.pdf

CFT (1995) Información General COFETEL. Disponible en <http://www.cft.gob.mx:8080/portal/informacion-general/>

- DANE (2020). Censo nacional de población y vivienda. Disponible en <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/censo-nacional-de-poblacion-y-vivenda-2018/cuantos-somos>
- GSMA (2018). Eficacia en la fijación de los precios del espectro en América Latina: políticas que fomenten una mejor calidad y mayor asequibilidad de los servicios móviles. Disponible en <https://www.gsma.com/latinamerica/wp-content/uploads/2018/02/Effective-Spectrum-Pricing-in-Latin-America-full-report-SPA-web.pdf>
- GSMA (2018b). La política de fijación de los precios del espectro en países en desarrollo Consideraciones clave para fomentar una mejor calidad y mayor asequibilidad de los servicios móviles. Disponible en <https://www.gsma.com/spectrum/wp-content/uploads/2018/12/Spectrum-pricing-developing-SPA.pdf>
- Hazlett, T.W., & Bazelon. (2007). Market allocation of radio spectrum. Prepared for the International Telecommunications Union Workshop on Market Mechanisms for Spectrum Management. Geneva, Switzerland.
- IFT (2010). Tercer semestre trimestral del 2010. Disponible en <http://www.ift.org.mx/sites/default/files/comunicacion-y-medios/informes/iteltercertrimestre2010.pdf>
- IFT (2011). Informe estadístico cuarto trimestre 2011. Disponible en <http://www.ift.org.mx/sites/default/files/comunicacion-y-medios/informes/itelcuartotrimestre2011.pdf>
- IFT (2012). Tercer informe trimestral estadístico 2012. Disponible en <http://www.ift.org.mx/sites/default/files/comunicacion-y-medios/informes/tercertrimestrede2012.pdf>
- IFT (2013). Tercer informe trimestral del 2013. Disponible en <http://www.ift.org.mx/sites/default/files/comunicacion-y-medios/informes/comunicado-9-itel-iii-2013.pdf>
- IFT (2014). Cuarto trimestre del 2014. Disponible en <http://www.ift.org.mx/sites/default/files/comunicacion-y-medios/informes/4ite14-vf-02.pdf>
- IFT (2015a). Informe 2015. Disponible en <http://www.ift.org.mx/sites/default/files/comunicacion-y-medios/informes/informetrimestral4q2015versionhabilitadaparalectordepantallav3.pdf>
- IFT (2016). Cuarto informe trimestral estadístico del 2016. Disponible en <http://www.ift.org.mx/sites/default/files/comunicacion-y-medios/informes/4ite16acc.pdf>
- IFT (2017). Tercer informe trimestral del 2017. Disponible en <http://www.ift.org.mx/sites/default/files/comunicacion-y-medios/informes/3ite2017.pdf>
- IFT (2018a). Tercer informe trimestral estadístico del 2018. Disponible en <http://www.ift.org.mx/sites/default/files/comunicacion-y-medios/informes/3ite19acc.pdf>
- IFT (2018b). Reporte de la acreditación de los pagos de las Contraprestaciones IFT-7. Disponible en http://www.ift.org.mx/sites/default/files/industria/espectro-radioelectrico/telecomunicaciones/2018/7/estadodepagoslicitacionift-7_0.pdf#overlay-context=industria/espectro-radioelectrico/telecomunicaciones/2018/licitacion-no-ift-7-servicio-de-acceso-inalambrico
- IFT (2018c). Resolución Cesión de Derechos de Ultravisión a Radiomóvil Dipsa, S.A de C.V. Disponible en <http://www.ift.org.mx/sites/default/files/conocenos/pleno/sesiones/acuerdoliga/pift210819410.pdf>
- IFT (2019). Cuarto informe trimestral estadístico del 2019. Disponible en http://www.ift.org.mx/sites/default/files/contenidogeneral/estadisticas/ite4t2019_0.pdf
- IFT (2020a). Licitaciones de Espectro. Disponible en <http://www.ift.org.mx/espectro-radioelectrico/licitaciones-de-espectro>

- IFT (2020b). Efectos y alternativas de la iniciativa de Reforma a la Ley Federal de Derechos para 2021 en materia de Espectro Radioeléctrico. Disponible en http://www.ift.org.mx/sites/default/files/contenidogeneral/espectro-radioelectrico/efectosyalternativasdelainiciativadereformaalaleyfederaldederechospara2021enmateriadeespectroradioel_0.pdf
- IFT (2020c). Distribución de espectro por operador y espectro asignado por banda de frecuencia. BIT Banco de Información de Telecomunicaciones. Disponible en <https://bit.ift.org.mx/BitWebApp/descargaArchivos.xhtml>
- IFT (2020d). Economía del Espectro. Disponible en <http://www.ift.org.mx/espectro-radioelectrico/licitaciones>
- IFT (2020e). Efectos y alternativas de la iniciativa de Reforma a la Ley Federal de Derechos para 2021 en Materia de Espectro Radioeléctrico. http://www.ift.org.mx/sites/default/files/contenidogeneral/espectro-radioelectrico/efectosyalternativasdelainiciativadereformaalaleyfederaldederechospara2021enmateriadeespectroradioel_0.pdf
- IFT (2020f). EL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO EN MÉXICO. ESTUDIOACCIONES. Disponible en <http://www.ift.org.mx/sites/default/files/contenidogeneral/espectro-radioelectrico/espectro-radioelectrico-en-mexico-vp.pdf>
- IFT (2020g). IMT en México. Más espectro para aplicaciones de Banda Ancha Inalámbrica. Disponible en http://www.ift.org.mx/sites/default/files/imt_en_mexico_2020va.pdf
- IFT(2020i). *Banco de Información de Telecomunicaciones (BIT)*. México. Disponible en <https://bit.ift.org.mx/BitWebApp/>
- IFT (2020j). Cuarto informe trimestral estadístico 2019. Disponible en http://www.ift.org.mx/sites/default/files/contenidogeneral/estadisticas/ite4t2019_0.pdf
- ITU (2017). Directrices para la revisión de las metodologías de fijación de precios del espectro y la elaboración de baremos de cánones de espectro. Disponible en https://www.itu.int/en/ITU-D/Spectrum-Broadcasting/Documents/Publications/Guidelines_SpectrumFees_Final_S.pdf
- ITU (2020). CONSTITUCIÓN DE LA UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES. Disponible en <https://www.itu.int/en/council/Documents/basic-texts/Constitution-S.pdf>
- LFTR (2020). LEY FEDERAL DE TELECOMUNICACIONES Y RADIODIFUSIÓN. Disponible en http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LFTR_240120.pdf
- LFD (2003). LEY FEDERAL DE DERECHOS 2003. Disponible en http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lfd/LFD_ref26_30dic02.pdf
- LFD (2004). LEY FEDERAL DE DERECHOS 2004. Disponible en http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lfd/LFD_ref27_31dic03.pdf
- LFD (2005). LEY FEDERAL DE DERECHOS 2005. Disponible en http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lfd/LFD_cant02_04mar05.pdf
- LFD (2006). LEY FEDERAL DE DERECHOS 2006. Disponible en http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lfd/LFD_cant03_03feb06.pdf
- LFD (2007). LEY FEDERAL DE DERECHOS 2007. Disponible en http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lfd/LFD_cant04_27dic06.pdf
- LFD (2008). LEY FEDERAL DE DERECHOS 2008. Disponible en http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lfd/LFD_cant05_28ene08.pdf

LFD	(2009).	LEY	FEDERAL	DE	DERECHOS	2009.	Disponible	en
		http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lfd/LFD_cant06_26dic08.pdf						
LFD	(2010).	LEY	FEDERAL	DE	DERECHOS	2010.	Disponible	en
		http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lfd/LFD_cant07_28dic09.pdf						
LFD	(2011).	LEY	FEDERAL	DE	DERECHOS	2011.	Disponible	en
		http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lfd/LFD_cant09_31dic10.pdf						
LFD	(2012).	LEY	FEDERAL	DE	DERECHOS	2012.	Disponible	en
		http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lfd/LFD_cant10_29dic11.pdf						
LFD	(2013).	LEY	FEDERAL	DE	DERECHOS	2013.	Disponible	en
		http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lfd/LFD_cant11_28dic12.pdf						
LFD	(2014).	LEY	FEDERAL	DE	DERECHOS	2014.	Disponible	en
		http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lfd/LFD_ref46_11dic13.pdf						
LFD	(2015).	LEY	FEDERAL	DE	DERECHOS	2015.	Disponible	en
		http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lfd/LFD_cant13_30dic14.pdf						
LFD	(2016)	LEY	FEDERAL	DE	DERECHOS	2016.	Disponible	en
		http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lfd/LFD_cant14_23dic15.pdf						
LFD	(2017).	LEY	FEDERAL	DE	DERECHOS	2017.	Disponible	en
		http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lfd/LFD_cant15_23dic16.pdf						
LFD	(2018).	LEY	FEDERAL	DE	DERECHOS	2018.	Disponible	en
		http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lfd/LFD_cant16_22dic17.pdf						
LFD	(2019).	LEY	FEDERAL	DE	DERECHOS	2019.	Disponible	en
		http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lfd/LFD_cant17_21dic18.pdf						
LFD	(2020).	Ley	Federal	de	derechos	2020.	Disponible	en
		http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/107_061120.pdf						
LFD	(2021).	Ley	Federal	de	derechos	2021.	Disponible	en
		http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/107_081220.pdf						

Matinmikko-Blue, M., Yrjölä, S., Seppänen, V., Ahokangas, P., Hämmäinen, H., & Latva-aho, M. (2018). Analysis of spectrum valuation approaches: The viewpoint of local 5G networks in shared spectrum bands. In 2018 IEEE International Symposium on Dynamic Spectrum Access Networks (DySPAN) (pp. 1-9). IEEE. <https://doi.org/10.1109/DySPAN.2018.8610409>

Matinmikko-Blue, M., Yrjölä, S., Seppänen, V., Ahokangas, P., Hämmäinen, H., & Latva-Aho, M. (2019). Analysis of spectrum valuation elements for local 5G networks: Case study of 3.5-GHz band. *IEEE Transactions on Cognitive Communications and Networking*, 5(3), 741-753. <https://doi.org/10.1109/TCCN.2019.2916309>

Malisuwan, S., Tiannara, N., & Suriyakrai, N. (2015). A Study of Spectrum Valuation Methods in Telecommunication Services. *International Journal of Trade, Economics and Finance*, 6(4), 241.

Malisuwan, S., Kaewphanuekrungs, W., & Milindavanij, D. (2016). Mobile spectrum value and reserve price by using benchmarking approaches. *International Journal of Scientific Engineering and Technology*, 5(1), 81-84

MinTIC (2003). DECRETO NÚMERO 1972 DE 2003. Disponible en https://www.mintic.gov.co/portal/604/articles-3644_documento.pdf

- MinTIC (2011). Resolución 2877 de 2011. Disponible en https://www.mintic.gov.co/portal/604/articles-3782_documento.pdf
- MinTIC (2014). Guía metodológica para la revisión de autoliquidaciones y determinación de contraprestaciones. Disponible en https://mintic.gov.co/portal/604/articles-6442_archivo_pdf_guia_uso_espectro.pdf
- MinTIC (2015a). Proceso de selección objetiva para asignación de espectro radioeléctrico en las bandas 700 MHz. Disponible en https://www.mintic.gov.co/portal/604/articles-9490_recurso_1.pdf
- MinTIC (2015b). Herramienta de autoliquidación de contraprestaciones por uso del espectro radioeléctrico. Disponible en <http://gestion-espectro.mintic.gov.co/Autoliquidador/PrincipalCalculador?tipoLiq=1>
- MinTIC (2019a). Subasta de espectro Bandas 700 MHz y 1900. La conectividad es de todos. Disponible en https://www.mintic.gov.co/portal/604/articles-98251_Plan_Subasta_Espectro_700_1900.pdf
- MinTIC (2019b). PROYECTO DE RESOLUCIÓN. Disponible en https://www.mintic.gov.co/portal/604/articles-124469_doc_soporte_contraprestaciones_pruebas_06112019.pdf
- MinTIC (2016a). Estadísticas del 2010 al 2016 Banda Ancha Móvil. Disponible en <https://colombiatic.mintic.gov.co/estadisticas/stats.php?pres=content&jer=1&cod=&id=17#TTC>
- MinTIC (2016b). Estadísticas del 2010 al 2016 Telefonía Móvil. Disponible en <https://colombiatic.mintic.gov.co/estadisticas/stats.php?pres=content&jer=1&cod=&id=85#TTC>
- MinTIC (2020). Estadísticas para consulta MinTIC. Disponible en <https://colombiatic.mintic.gov.co/679/w3-channel.html>
- OCDE (2014). Estudio de la OCDE sobre políticas y regulación de telecomunicaciones en Colombia, OECD. DOI:<https://dx.doi.org/10.1787/9789264209558-es>
- OCDE (2017a). Estudio de la OCDE sobre telecomunicaciones y radiodifusión en México 2017.
- OCDE (2017b). Evolución de los mercados de telecomunicaciones y radiodifusión en México. Disponible en <https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/9789264280656-6-es.pdf?expires=1608185114&id=id&accname=guest&checksum=9D89737B26F2481ED1D3AB91C2525432>
- OCDE (2017c). Políticas y regulación en telecomunicaciones y radiodifusión en México. Disponible en <https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/9789264280656-8-es.pdf?expires=1608185723&id=id&accname=guest&checksum=832E603207733A14695E41DE97DDEC1B>
- PCO (2010). Presidencia Colombia UNE EPM gana subasta por \$80 mil millones para la banda de 2.5 GHz Disponible en <http://historico.presidencia.gov.co/sp/2010/junio/10/02102010.html>
- PROFECO (2020). Evolución y cambio en oferta de servicios de telecomunicaciones. Disponible en https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/551880/Evolucion_y_Cambio_en_oferta_de_servicios_de_Telecomunicaciones_Profeco.pdf
- SCT (2020). CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS. Disponible en <http://www.sct.gob.mx/JURE/doc/cpeum.pdf>
- SIC (2018). Subasta de espectro 4G en 2013. Disponible en <https://www.sic.gov.co/sites/default/files/18-172213.pdf>
- TEMATICAS (2020). IPC Equipos de telefonía móvil. Disponible en <https://tematicas.org/indicadores-economicos/precios-y-costes/indice-de-precios-al-consumo/ipc-equipos-de-telefonía-movil-subclase/>
- Uribe, E. (2005). Evolución del servicio de telecomunicaciones durante la última década (No. 002671). Universidad de los Andes-CEDE.