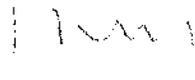


# Informe de Estudio: Regulación de uso de Espectro en mercados de servicios inalámbricos en Chile.

*Diciembre 2011*

*Preparado por:*

*Rodrigo Harrison y Roberto Muñoz*



Rodrigo Harrison V  
Representante legal  
Sociedad de Inversiones 33 y P Ltda.

02

## Informe de Estudio: Regulación de uso de Espectro en mercados de servicios inalámbricos en Chile.

Diciembre 2011

Preparado por:

Rodrigo Harrison y Roberto Muñoz

### I. Descripción del Problema

La regulación en el sector telecomunicaciones está adquiriendo una creciente complejidad debido a aspectos tales como el vertiginoso desarrollo tecnológico y la convergencia generada por la digitalización. En particular, los impactos sobre políticas de asignación de espectro radioeléctrico han sido significativos. Así por ejemplo, existe una significativa superposición en las bandas de espectro aptas para la provisión de servicios tales como telefonía móvil y banda ancha móvil, por una parte y telefonía fija inalámbrica y banda ancha fija inalámbrica, por otra. Sin embargo, la sustitución entre servicios es más bien cruzada, esto es telefonía móvil presenta algún grado de sustitución con telefonía fija inalámbrica, mientras que la banda ancha móvil es un sustituto de la fija. Dado que un operador estaría en condiciones de proveer más de un servicio en una banda, cabe preguntarse entonces cómo debe medirse la concentración de espectro en un escenario convergente y, más importante aún, si dicha concentración puede traducirse en una proxy de concentración en mercados de servicios finales.<sup>1</sup>

Algunas preguntas que aparecen como relevantes y que serán abordadas para el diagnóstico en este estudio son las siguientes:

- a. ¿Qué espectro se está utilizando para realizar comunicaciones fijas y cuál para realizar comunicaciones móviles en Chile? Características del espectro asignado, ventajas y desventajas de cada banda. Por comunicaciones se entenderá la transmisión de señales de voz y datos.
- b. ¿Qué bandas de espectro se pueden considerar sustitutas? Con tal definición, se realizará un análisis de concentración del espectro con que cuentan las empresas tanto de servicios inalámbricos móviles como fijos en Chile.
- c. Cuál es el estado del arte de la tecnología de provisión de estos servicios y si se vislumbran cambios en el uso del espectro actualmente asignado y/o nuevos requerimientos de espectro en el sector.

---

<sup>1</sup> En el pasado, la concentración de espectro era una proxy útil para controlar concentración en mercados finales puesto que las bandas típicamente eran asignadas, por razones tecnológicas, a un único servicio.

En función del anterior diagnóstico se propone realizar recomendaciones regulatorias en torno a:

- a. Consideraciones generales que facilitarían un desempeño más eficiente del sector.
- b. Pertinencia de la mantención de una política de cotas máximas al espectro (spectrum cap) que puede concentrar una empresa de telecomunicaciones móviles. En particular, recomendar una política adecuada para la próxima licitación de Long Term Evolution (LTE).

## II. Revisión de Espectro Asignado

### II.1. Antecedentes generales

Las políticas adecuadas de uso de espectro es una de las áreas de mayor debate entre economistas en la actualidad (FCC, 2009; Hazlett *et al.*, 2011). El origen de la discusión está en la pertinencia del régimen centralizado de asignación del recurso, en donde una autoridad regulatoria asigna licencias de uso con distintos grados de flexibilidad respecto de las prestaciones que se pueden dar con el espectro involucrado y con distintas restricciones respecto a la factibilidad de transferir el recurso en mercados secundarios. Si bien hoy en día existe relativo consenso respecto a los problemas del régimen centralizado, distintos esquemas regulatorios alternativos han surgido como sustitutos, siendo dos de ellos los casos de referencia. Por una parte, está la idea de asignar derechos de propiedad sobre el recurso, que tiene sus orígenes en los trabajos de Herzel (1951) y Coase (1959) pero que se encuentra plenamente vigente (ver, por ejemplo, White, 2000 o Faulhaber, 2006). Por otra, también se ha planteado un esquema de libre acceso al recurso, similar a la forma como se accede hoy en día a servicios WIFI. Si bien estas aproximaciones constituyen visiones muy distintas de solución, ambas aspiran a alcanzar un uso más eficiente del recurso que el esquema actual de asignación centralizada. En particular se pretende que el uso de una banda no se fije por vía administrativa, sino que exista flexibilidad de acuerdo a los requerimientos del mercado. Algo de esta flexibilidad, sin embargo, puede lograrse en un esquema centralizado.

Un camino que tienen los esquemas centralizados para aproximarse a la flexibilidad de uso de los esquemas alternativos, es permitir, por vía administrativa, mayores posibilidades de uso al espectro contenido en una licencia. Esta aproximación tiene virtudes y defectos. Por una parte permite que los operadores hagan un uso más eficiente del espectro que les ha sido asignado, lo que es especialmente positivo en circunstancias que la digitalización ha permitido que distintos servicios puedan proveerse con la misma plataforma tecnológica. Sin embargo, por el lado de los defectos hay varios problemas, a saber:

04

- a. Sigue siendo una decisión de la autoridad cuales bandas serán de uso flexible y cuáles no.
- b. El grado de flexibilidad, entendido como la canasta de servicios que será autorizada, es también decisión de la autoridad.
- c. No se aborda el tema del flujo eficiente de espectro entre operadores, sólo se facilita la asignación eficiente de espectro a distintos servicios permitidos a un operador.
- d. Se generan problemas administrativos puesto que se cambia la naturaleza del objeto asignado, lo que puede significar cambios en el valor del recurso.<sup>2</sup>

Un efecto adicional de la convergencia tecnológica, que es transversal a la política de uso del recurso, es que se dificulta el uso de medidas de concentración de espectro como proxies de medidas de concentración en mercados finales. Ello principalmente por dos razones:

- a. Porque como una banda puede ser utilizada para proveer distintos servicios, no existe identificación directa entre el ancho de banda asignado y un servicio específico.
- b. El mismo servicio podría llegar al consumidor final a través de distintas plataformas tecnológicas, algunas de las cuales usan espectro y otras no.<sup>3</sup>

Pese a esta dificultad de medición, la concentración de espectro sigue siendo un dato relevante como proxy de una cota superior de concentración en mercados finales. Si un servicio que está autorizado en las canastas (eventualmente distintas) de N operadores se vuelve muy rentable, dichos operadores podrán reasignar una mayor cantidad del insumo espectro a la provisión de ese servicio, incrementando, ceteris paribus, la competitividad de ese mercado. Evidentemente la medida es imperfecta pues se comparte un insumo común con otros servicios y porque además los servicios podrían tener incluso sustitutos cercanos que no requieren espectro.

En lo que sigue de este estudio se abordará el tema de concentración de espectro para servicios de voz y datos en sus formatos móvil y fijo inalámbrico.

## II.2. Espectro usado en transmisiones de servicios fijos o móviles

---

<sup>2</sup> Estos cambios pueden ser positivos o negativos. Mayor flexibilidad implica un mayor valor del recurso, pero si los rivales disponen también de mayor flexibilidad, los mercados finales pueden hacerse más competitivos que antes, lo que implica que el valor del recurso disminuye. Hazlett (2008) muestra que, en efecto, el segundo efecto domina.

<sup>3</sup> El ejemplo más evidente son los servicios de televisión de pago, que pueden llegar al hogar por cable o bandas satelitales.

En esta sección nos abocaremos a identificar las principales bandas de frecuencia aptas para la prestación de servicios públicos inalámbricos fijos y/o móviles.

Las bandas consideradas son las actualmente disponibles para servicios de telefonía móvil, 800 y 1.900 MHz, la de AWS (3G) más conocida como banda 1.700 MHz (que está pareada con 2.100 MHz) y la banda Wimax en 3.400-3.600 MHz. Debido al grado de sustitución con estos servicios, se agrega la banda de trunking en 800 MHz.

La Tabla 1 resume la asignación vigente.

Tabla 1: Bandas Destinadas a Servicios Públicos Inalámbricos.

Banda	Normado por Resolución Subtel	Frecuencias	MHz por bloque	Concesionarias	Tipo de servicio normado
Trunking 800 MHz	N°95/01	805-819 MHz / 851-864 MHz		Nastel, concesión en un porcentaje de los bloques totales	Servicio trunking y del mismo tipo que telefonía móvil.
800 MHz	N°954/08, N°643/07 y N°4477/10	824-835 MHz / 869-880 MHz	11+11	Telefónica Móviles	Servicio público de telefonía fija y móvil.
		835-845 MHz / 890-890 MHz	10+10	Claro	
		845-846,5 MHz / 890-891,5 MHz	1,5+1,5	Telefónica Móviles	
1900 MHz	Bloques de 16+15 MHz: N°1117/05 y N°4477/10. Bloques de 5+5 MHz: N°308/00, N° 61/01 y N° 4477/10	846,5-849 MHz / 891,5-894 MHz	2,5+2,5	Claro	Servicio público de telefonía fija y móvil.
		1850-1865 MHz / 1990-1945 MHz	15+15	Entel Móvil	
		1865-1870 MHz / 1945-1950 MHz	5+5	Telefónica Móvil	
		1870-1885 MHz / 1950-1965 MHz	15+15	Claro	
		1885-1890 MHz / 1965-1970 MHz	5+5	Telefónica Móvil	
		1890-1895 MHz / 1970-1975 MHz	5+5	Telefónica Móvil	
1700 MHz pareada con 2100 MHz (3G)	N°1144/00, N°595/07 y N°4477/10	1895-1910 MHz / 1975-1990 MHz	15+15	Entel PCS	Servicio público de telefonía fija y móvil.
		1710-1725 MHz / 2110-2125 MHz	15+15	VTR Móvil	
		1725-1740 MHz / 2125-2140 MHz	15+15	Centennial Cayman Corp	
		1740-1755 MHz / 2140-2155 MHz	15+15	Centennial Cayman Corp	
		1755-1770 MHz / 2155-2170 MHz	15+15	Reserva	
3400-3600 MHz	N°1499/99, N°1496/00, N°901/03, N°860/07, N°72/08 y N°6554/10	3400-3425 MHz / 3500-3525 MHz	25+25	Entel, nacional	Servicio público de telefonía fija y móvil.
		3425-3450 MHz / 3525-3550 MHz	25+25	Entel, nacional	
		3450-3475 MHz / 3550-3575 MHz	25+25	VTR en regiones I a IX, Telefónica del Sur en regiones X y XIV, Telefónica en regiones XI y XII	
		3475-3500 MHz / 3575-3600 MHz	25+25	Claro	

Fuente: Subtel, 29.08.2011

Resulta pertinente notar que la Tabla 1 incorpora ya importantes cambios normativos ocurridos desde el 2010 a la fecha. En efecto, la Resolución Exenta 4477 del 21 de Agosto 2010 modificó la atribución de las bandas 800 MHz, 1.900 MHz y 1.700 MHz, originalmente atribuidas a servicios públicos de telefonía móvil, en el sentido que éstas también pueden ser utilizadas a partir de dicha fecha para suministrar servicio público de telefonía local inalámbrica. Recíprocamente, la Resolución Exenta 6554 del 26 de Noviembre 2010 modifica la atribución de la banda 3.400 – 3.600 MHz, originalmente destinada al servicio público telefónico local inalámbrico, en el sentido que dicha banda también podrá ser utilizada para prestar el servicio público de telefonía móvil. En ambos casos, las concesionarias que operaban los servicios originalmente autorizados, deberán requerir nuevas concesiones para prestar los servicios que estas resoluciones permiten.

Una pregunta lógica que surge es si ésta flexibilidad implicará o no que la banda será utilizada en todos y cada uno de los usos alternativos autorizados. En primer lugar, la mera autorización administrativa para proveer un servicio no implica que las empresas

06

tengan los incentivos a proveerlo. De hecho, la lógica es precisamente a la inversa, dado un servicio final económicamente atractivo, las empresas requerirán insumos para proveerlo y uno de ellos es el espectro. Así, la demanda de espectro es una demanda derivada de factores. En segundo lugar, en un mercado tan dinámico como el de las telecomunicaciones, es muy difícil predecir el uso futuro de las bandas y ésta es precisamente una de las mayores críticas a los esquemas de asignación y regulación centralizada, puesto que incluso para ganar en flexibilidad de uso deben apostar por viabilizar la utilización de una banda en servicios específicos, en circunstancias que siempre habrá tecnologías en distintas etapas de desarrollo, para ese y otros servicios, lo que puede implicar que el o los servicios autorizados no sean aquellos donde la tecnología estuvo disponible primero o con mayor pertinencia.

Considerando además que la convergencia tecnológica ha llevado a que las bandas puedan ser utilizadas para servicios de voz y datos, es posible concluir que las referidas bandas son sustitutas en la prestación de estos servicios en sus formatos móviles y fijos. La sustitución, sin embargo, no es perfecta puesto que la banda 3.400 – 3.600 MHz aún no permite, a la fecha de este informe, ofrecer servicios móviles en forma competitiva.<sup>4</sup> La imperfección también se observa en el hecho que las distintas bandas presentan diferentes características. Las de menor frecuencia presentan ventajas en el alcance de la señal y en su capacidad de penetrar edificaciones. Por otra parte, las de mayor frecuencia presentan ventajas de capacidad, por lo que podrían ser más aptas para un uso en zonas con mayor densidad de población. No es evidente entonces que una banda sea superior a otra, más bien los planes de desarrollo de las empresas pueden hacer más pertinente el uso de frecuencias altas o bajas.

Un tema distinto se refiere a las expectativas de cambios normativos en el uso de bandas de espectro atribuidas a otros servicios. Resultan de particular interés las siguientes situaciones:

- i. Espectro atribuido a servicios intermedios de datos o voz, fijo y móvil.

Este es el caso del espectro asignado a Transam, recientemente adquirida por Entel, en la banda 900 MHz, así como de los 90 MHz de espectro disponible en la banda 2.300 MHz.

---

<sup>4</sup> En el contexto de este informe, no serán consideradas las bandas de frecuencias superiores a los 3.600 MHz debido a que son tecnológicamente menos atractivas para la prestación de servicios inalámbricos de voz y datos por las razones descritas en Anexo 1. Este sería el caso de las bandas 5.200 – 5.400 MHz y la 5.800 MHz, actualmente atribuidas a servicios de datos fijos. Si en el futuro los desarrollos tecnológicos permitieran una provisión competitiva de estos servicios en tales bandas, la necesidad de vigilar concentración de espectro sería obviamente aún menor que la reportada en este informe.

Tabla 2: Servicios intermedios fijo y móvil.

Banda	Normado por Resolución Subtel	Frecuencias	MHz por bloque	Concesionarias	Tipo de servicio normado
900 MHz	Uso fuera de región Metropolitana: N° 450/2/09 y N° 1625/11.	902-907 MHz / 947-952 MHz	5+5	Transam, otras Regiones	Servicio Intermedio de acceso inalámbrico fijo y móvil.
		908-913 MHz / 953-958 MHz	5+5	Transam, otras Regiones	
		900,1-906,5 MHz / 945,1-951,5 MHz	6,4+6,4	Transam, Región Metropolitana	
		908,8-910,2 MHz / 953,8-955,2 MHz	2+2	Transam, Región Metropolitana	
2300 MHz	N° 266/08 y N° 1309/08	912,5-914,9 MHz / 957,5-959,9 MHz	2,4+2,4	Transam, Región Metropolitana	Servicio Intermedio transmisión de datos fijo y móvil.
		2300-2330 MHz	30	Disponibles	
		2330-2360 MHz	30	Disponibles	
		2360-2390 MHz	30	Disponibles	

Fuente: Subtel, 29.08.2011.

En ambas bandas se espera que los desarrollos tecnológicos y la disponibilidad de equipos permitan, en plazo a estimar, la prestación de servicios públicos, de manera que un simple cambio normativo permitiría incorporar estas bandas en la lógica del cuadro 1. En la actualidad, la principal tecnología disponible en Chile para estas bandas corresponde a WLL para el caso de los 900 MHz y Wimax en la banda 2.300 MHz. El espectro total involucrado es del orden de 110 MHz.

Cabe notar además, que la comisión europea ha adoptado reglas para permitir la coexistencia de la tecnología incumbente GSM con LTE y WIMAX en las bandas 900 y 1800 MHz.<sup>5</sup> El plazo para que los reguladores nacionales implementen la medida es el 31 de diciembre 2011. El tema es particularmente relevante para Chile en la banda 900 MHz,<sup>6</sup> por cuanto se espera que se desarrollen equipos de LTE en dicha banda.

<sup>5</sup> Ver <http://www.networkworld.es/La-Comision-Europea-adopta-reglas-para-abrir-los-900-MHz-y-1/seccion-actualidad/noticia-108829> (visitada el 14.11.2011).

<sup>6</sup> La banda 1800 MHz no es muy relevante puesto que el cuadro de atribución de frecuencias en Chile es distinto al europeo y esta banda presenta una significativa superposición con las bandas 1700 y 1900 MHz. Por otra parte, la utilización de la banda 900 MHz en Europa es más relevante debido a que el sistema E-GSM 900 (banda 900 extendida) utiliza un Uplink en 880.0-914.8 MHz y un Downlink en 925.0-959.8 MHz, lo que implica que, de acuerdo a la Tabla 2, es parcialmente compatible con su uso en Chile.

03

ii. Espectro atribuido a servicios públicos fijo inalámbrico

Una situación algo distinta es la que presentan las bandas identificadas en la Tabla 3. En ella las bandas ya han sido normativamente asignadas a servicios públicos fijos inalámbricos. En un caso, 1.800 MHz TDD,<sup>7</sup> se trata de transmisión de datos, mientras que en el otro, 1.910-1.930 MHz, telefonía. La digitalización ha generado de hecho que esta distinción sea artificial, de manera que en la práctica en ambas bandas se puede proveer servicios fijos inalámbricos de voz y datos. Lo que no resulta tan evidente es si los servicios podrán tener el atributo de movilidad. Por ejemplo, el servicio de telefonía provisto por Telefónica del Sur en la banda 1.910-1.930 MHz, con tecnología IDEC, no es en estricto sensus un servicio móvil, pues no es posible mantener la señal si hay desplazamiento en automóvil a velocidad urbana. Sin embargo, un usuario puede caminar por la calle sin perder la señal.

Tabla 3: Servicios fijos inalámbricos

Banda	Normado por Resolución Subtel	Frecuencias	MHz por bloque	Concesionarias	Tipo de servicio normado
1800 MHz TDD	N°825/07 y N°1352/07	1785-1790 MHz	5	Hubo concurso, resultado pendiente	Servicio público de transmisión de datos fijo.
		1790-1795 MHz	5		
		1795-1800 MHz	5		
		1800-1805 MHz	5		
1910-1930 MHz	N°722/98	1910-1930 MHz	20	Principalmente Telefónica del Sur en regiones IX, X y XIV; Geneva S.A en regiones IV y V y telefónica en región VIII	Servicio público o intermedio de acceso fijo inalámbrico para telefonía

Fuente: Subtel, 29.08.2011.

Finalmente, cabe notar que, si bien se trata de bandas conceptualmente relevantes, su importancia práctica es más bien reducida pues en total significan solo 40 MHz.

iii. Otras bandas relevantes

Tabla 4: Otras bandas relevantes.

Banda	Normado por Resolución Subtel	Frecuencias	MHz por bloque	Concesionarias	Tipo de servicio normado
2600 MHz	N°475/05, N°789/07, N°4777/09 y N°8/10	2500-2572 MHz y 2620-2699 MHz		En proceso de elaboración de bases para concurso público	El tipo de servicio se definirá en bases de concurso
700 MHz	Se emitirá norma en mediano plazo	698-805 MHz. Se busca y analiza información internacional		Las concesiones se entregarán mediante concurso público.	Por definir
2400-2482,5 MHz	N°746/04 y N°1640/06	2400-2482,5 MHz		Múltiples concesionarias y permisionarias	Servicio público, intermedio o servicio limitado, de transmisión de dato fijo y móvil

Fuente: Subtel, 29.08.2011.

<sup>7</sup> No confundir con la banda 1800 MHz Europea a la que hace referencia la nota al pie anterior.

Las bandas contenidas en la Tabla 4 son particularmente importantes debido a que en total representan del orden de 333 MHz, pero es también donde existe mayor incertidumbre respecto al uso que tendrán. En efecto, la banda 2.400-2.483,5 al tener múltiples concesionarias y permisionarias resulta difícil de despejar como para abrir un nuevo concurso. Por otra parte, las bandas 700 MHz (más conocida como el dividendo digital) y la 2.600 MHz han sido identificadas como las más adecuadas para implementar LTE,<sup>8</sup> que es una tecnología diseñada específicamente para transmisión de datos móviles.<sup>9</sup> Sin embargo, a la fecha de este informe, no había sido normado el tipo de servicio correspondiente a estas bandas.

### III. Concentración de Insumo

El escenario en que sería más simple obtener índices de concentración para servicios fijos y móviles sería uno en que el espectro se encuentre atribuido y asignado por separado a cada servicio. Ese no es el caso en Chile, sin embargo. Tal como se mencionó anteriormente las Resoluciones Exentas 4477 del 21 de Agosto 2010 y 6554 del 26 de Noviembre 2010, han uniformado la atribución de las bandas 800 MHz, 1.900 MHz, 1.700 MHz y 3.400-3.600 MHz, en el sentido que todas estas bandas pueden ser utilizadas para prestar el servicio público de telefonía móvil y el de telefonía fija inalámbrica.

Si se considera el espectro actualmente asignado en las bandas bajo estudio, sin aplicar ningún tipo de ponderador diferenciado por banda, se obtiene la Tabla 5:

<sup>8</sup> A nivel internacional se espera que los primeros despliegues comerciales de LTE ocurran en la banda 700 MHz en USA (Verizon y AT&T). Para mayores detalles ver Larsen (2010).

<sup>9</sup> La provisión de voz con tecnología LTE ha sido un tema tecnológicamente complejo, pero existen al menos tres alternativas dadas por las tecnologías IMS, VoLGA o 3GPP.

10

Tabla 5: Distribución de Espectro y HHI no ponderado (regiones I a IX)

	Total espectro	Entel	Telefónica	Claro	Nextel	VTR	Otros	Pendiente
800 MHz (trunking)	26				26			
800 MHz	50		25	25				
900 MHz	20	20						
1800 MHz	20							20
1900 MHz	120	60	30	30				
1700 MHz	120				60	30		30
2300 MHz	90							30
3400 - 3600 MHz	200	100		50		50		
2600 MHz	120							120
700 MHz	108							108
1910 - 1930 MHz	20						20	
2400 - 2489,5 MHz	83,5						83,5	
<b>Total</b>	<b>977,5</b>	<b>180</b>	<b>55</b>	<b>105</b>	<b>86</b>	<b>80</b>	<b>103,5</b>	<b>368</b>
Total ajustado	977,50	180,00	55,00	105,00	86,00	80,00	103,50	368,00
Total ya asignado ajustado	609,50							
Market share ajustado		29,5%	9,0%	17,2%	14,1%	13,1%	17,0%	
HHI	1910							
<b>Escenario 1 (caso menos favorable)</b>								
Total ajustado	977,5	548,0	55,0	105,0	86,0	80,0	103,5	
Market share		56,1%	5,6%	10,7%	8,8%	8,2%	10,6%	
HHI escenario 1	3546							
<b>Escenario 2 (caso poco favorable factible)</b>								
Total ajustado	977,5	302,7	55,0	227,7	200,7	80,0	103,5	
Market share		31,0%	5,6%	23,3%	21,3%	8,2%	10,6%	
HHI escenario 2	2168							

Varios aspectos resultan destacables en esta tabla que contiene la situación de las regiones I a IX.<sup>10</sup> En primer lugar, la baja participación de Telefónica, a pesar de haber estado limitada para adquirir más espectro en la licitación de 1.700 MHz el 2009. Más importante aún, los escenarios 1 y 2 muestran situaciones en donde el espectro pendiente se asigna de manera de concentrar el HHI de espectro, que originalmente estaría en 1.910. En efecto, si todo el espectro pendiente fuera asignado al operador con mayor dotación del recurso (Escenario 1), el HHI alcanzaría el valor 3.546, lo que significa un nivel de concentración muy alto. Sin embargo, si en cada futuro concurso se tuviera el cuidado de asignar en promedio a tres operadores montos equivalentes del recurso (Escenario 2), la concentración máxima posible del recurso llevaría a un HHI de 2.168.

El escenario 2 es de primera importancia para el análisis que sigue, puesto que si los niveles de concentración alcanzados en el son considerados aceptables, una medida de política de asignación de espectro sigue inmediatamente: Establecer spectrum caps por proceso licitatorio, de manera que se asigne el recurso al menos a tres operadores. En el peor de los casos, siguiendo esta política, se observarían los niveles de

<sup>10</sup> La situación del resto del país está en Anexo 2.

concentración reportados bajo el escenario 2. Como veremos más adelante, políticas de este tipo han sido implementadas en varios países.<sup>11</sup>

Si se considera además que algunos servicios de datos enfrentan competencia con operadores que usan otras plataformas no consideradas en bandas discutidas (ej. TV satelital o TV Cable), entonces la concentración de servicios sería aún menor.

#### IV. Consideraciones tecnológicas y ponderadores por bandas

El objetivo de esta sección es analizar distintos aspectos técnicos que pudieran hacer que la asignación en una banda sea más valiosa que en otra, impactando los índices de concentración relevantes. Se ha adoptado una aproximación en dos etapas, en la primera se abordan aspectos puramente tecnológicos, mientras que en la segunda se transforman esos aspectos tecnológicos en ponderadores aplicados al valor relativo de cada banda sobre el negocio de un operador.

##### IV.1. Consideraciones tecnológicas

En primer lugar se ha considerado innecesario distinguir entre los servicios de voz y datos dado que, en la práctica, la transmisión de datos incluye el problema de voz. Por otra parte, si bien es cierto que algunas bandas se adecúan más para servicios fijos inalámbricos, la factibilidad de proveer servicios móviles en el mediano plazo fue incluida en el ponderador construido.<sup>12</sup> Si se considera además que la banda que presenta mayores desventajas en términos de movilidad es la 3.400-3.600 MHz y que ésta ya ha sido autorizada normativamente para proveer servicios móviles, el supuesto no resulta improcedente.

Las principales consideraciones tecnológicas que potencialmente implicarían un distinto valor para las bandas incluyen:

1. El ancho de banda de coherencia
2. El tiempo de coherencia
3. La velocidad de desplazamiento
4. La cobertura
5. La capacidad
6. Desarrollo de tecnología.

El Anexo 1 contiene un informe técnico encargado a un experto electrónico que discute estos temas. Su principal conclusión es que, luego de analizar e incorporar el efecto de todos los factores antes descritos, las frecuencias bajas serían de mayor

<sup>11</sup> Evidentemente la autoridad antimonopolio debe fiscalizar procesos tales como fusiones o adquisiciones que podrían concentrar la tenencia de recurso con posterioridad a los procesos licitatorios.

<sup>12</sup> Ver Anexo 1.

12

valor para un operador, representando del orden de dos a tres veces el valor de las frecuencias más altas consideradas. La forma como esta valoración ha sido incluida en este informe se resume en la Tabla 6.

Tabla 6: Ponderador para la banda X GHz

	$0,4 \leq \alpha \leq 0,6$
Banda ( X GHz)	$(0,7/X)^\alpha$

Así por ejemplo, la banda 700 MHz presentaría un ponderador unitario cualquiera sea el valor de  $\alpha$  considerado. Particularmente relevante es notar que con un valor de  $\alpha = 0,4$  el cociente de ponderadores entre la banda de mayor (700 MHz) y la de menor valor (3.400-3.600 MHz) es de 1,93. Si el  $\alpha = 0,5$  el mismo coeficiente es de 2,27 y finalmente cuando  $\alpha = 0,6$ , el coeficiente alcanza el valor de 2,67.

Si bien cualquier ponderador será en esencia arbitrario, lo que se ha tratado de rescatar es la opinión del experto en el sentido de que las bandas de baja frecuencia debieran ser entre dos y tres veces más valiosas que las más altas consideradas.<sup>13</sup>

<sup>13</sup> Es necesario destacar que el análisis se ha restringido a las bandas en estudio, pero ello no implica una opinión negativa respecto a la factibilidad de desarrollo futuro de los servicios analizados en otras bandas. Así por ejemplo, en la banda 450 MHz existieron servicios de telefonía móvil NMT de primera generación pero su uso, aunque factible incluso con tecnología GSM, fue discontinuado.

IV.2. Implicancias sobre el cálculo del índice de concentración

El resultado contenido en la Tabla 6 impactará directamente el cálculo de los índices de concentración debido a que el valor de cada MHz asignado a un operador es diferente dependiendo de la banda. La Tabla 7 es la equivalente a la Tabla 5 para el caso en que  $\alpha = 0,4$ .

Tabla 7: Distribución de Espectro y HHI ponderado (regiones I a IX)

	Total espectro	ponderador	Entel	Telefónica	Claro	Nextel	VTR	Otros	Pendiente
800 MHz (trunking)	26	0,95				26			
800 MHz	50	0,95		25	25				
900 MHz	20	0,90	20						
1800 MHz	20	0,69							20
1900 MHz	120	0,57	60	30	30				
1700 MHz	120	0,70				60	30		30
2300 MHz	90	0,62							90
3400 - 3600 MHz	200	0,53	100		50		50		
2600 MHz	120	0,59							120
700 MHz	108	1,00							108
1910 - 1930 MHz	20	0,67						20	
2400 - 2483,5 MHz	83,5	0,61						83,5	
Total	977,5		180	55	105	86	80	103,5	368
Total ajustado	672,40		110,86	43,82	70,03	66,72	47,30	63,95	269,66
Total ya asignado ajustado	402,74								
Market share ajustado			27,5%	10,3%	17,4%	16,6%	11,7%	15,9%	
HHI	1843								
<b>Escenario 1 (caso menos favorable)</b>									
Total ajustado	672,4		380,5	43,8	70,1	66,7	47,3	63,9	
Market share			56,6%	6,5%	10,4%	9,9%	7,0%	9,5%	
HHI escenario 1	3592								
<b>Escenario 2 (caso poco favorable factible)</b>									
Total ajustado	672,4		200,7	43,8	160,0	156,6	47,3	63,9	
Market share			29,9%	6,5%	23,8%	23,2%	7,0%	9,5%	
HHI escenario 2	2182								

Las Tablas 7a y 7b son las análogas a las Tablas 5a y 5b y se encuentran de igual forma contenidas en el Anexo 2.

La Tabla 8 muestra un resumen del impacto sobre el HHI inicial y el obtenido en los escenarios 1 y 2 a distintos valores de  $\alpha$ . Note que el caso  $\alpha = 0$  corresponde al escenario sin ponderar.

14

Tabla 8: Resumen de Resultados

Regiones I a IX				
	$\alpha = 0$	$\alpha = 0,4$	$\alpha = 0,5$	$\alpha = 0,6$
HHI base	1910	1843	1832	1823
HHI escenario 1	3546	3592	3611	3633
HHI escenario 2	2168	2182	2190	2201
Regiones X y XIV				
	$\alpha = 0$	$\alpha = 0,4$	$\alpha = 0,5$	$\alpha = 0,6$
HHI base	2108	1982	1968	1936
HHI escenario 1	3623	3642	3655	3671
HHI escenario 2	2245	2232	2234	2239
Regiones XI y XII				
	$\alpha = 0$	$\alpha = 0,4$	$\alpha = 0,5$	$\alpha = 0,6$
HHI base	1977	1917	1907	1899
HHI escenario 1	3573	3519	3637	3658
HHI escenario 2	2243	2222	2222	2223

Varias implicancias surgen directamente del análisis de la Tabla 8.

- En todas las zonas consideradas, al otorgar distinto valor a las bandas el HHI base disminuye frente al escenario en que el HHI base se calcula otorgando igual peso a las distintas bandas.
- En el rango de  $0,4 \leq \alpha \leq 0,6$  considerado factible para las frecuencias bajo análisis, el impacto sobre el HHI es muy similar, lo que implica que los resultados son robustos al nivel del parámetro  $\alpha$ .
- Si bien el escenario 1 es, en efecto, muy negativo en términos del impacto sobre la concentración del recurso, se trata de un escenario extremadamente pesimista en donde todo el espectro por asignar queda en manos del operador que lidera la tenencia del recurso. Se estima que este escenario muy poco probable.
- El escenario 2 también representaba un escenario negativo puesto que el espectro por asignar se dividía en tres tercios que iban a los tres principales tenedores del recurso. A pesar de ello, se observa un escenario de concentración extremo dentro de márgenes tolerables.

#### IV.3. Un Caso Particular: La Banda 900 MHz

La banda 900 MHz corresponde internacionalmente al espectro identificado con:

Up link : 880 - 915 MHz  
Down Link : 925 - 960 MHz

Con un total de 70 MHz, corresponde a una banda utilizada de acuerdo a la canalización europea. En los países con canalización americana presenta una significativa superposición con la banda 800 MHz, la que corresponde a:

Up link : 824 - 849 MHz  
Down Link : 869 - 894 MHz

Existe una clara superposición del Up Link de la banda 900 con el Down link de la banda 800. El ancho de banda superpuesto es de 14 MHz en las frecuencias 880 - 894 MHz. Dado que es la banda 800 MHz la que ha sido íntegramente asignada a operadores móviles en Chile, solo se dispone de la posibilidad de utilizar 56 MHz de la banda 900 en las frecuencias 894 - 915 para el Up link y algún segmento en 925 - 960 para el Down link. De hecho, la asignación a Transam, tanto en Santiago como en regiones, siguió esta lógica utilizando Up links (no continuos) en 900 a 915 MHz y Down links (no continuos) en 945 a 960 MHz. Quedarían así aproximadamente 26 MHz disponibles. Para identificar las firmas que podrían tener asignaciones en ese espectro disponible, se revisó el proceso de licitación de la banda 1.700 MHz llevado a cabo el 2009.

En el desarrollo de dicho proceso, la SUBTEL realizó una consulta al TDLC respecto a la pertinencia de incluir restricciones a los incumbentes de servicios de telecomunicaciones móviles para participar en la licitación. Las empresas fueron consultadas y debieron informar al Tribunal respecto de sus concesiones de espectro en el marco del proceso no contencioso Rol NC N°198/2007, detectándose las siguientes asignaciones en la banda 900 MHz que se agregan a la asignación a Transam previamente identificada en la Tabla 2.

14

Tabla 9: Otras asignaciones en la banda 900 MHz

Empresa	Uso	Frecuencias	Ancho de Banda
Telefónica del Sur	Radioenlaces Monocanales Digitales para la X Región.	Tx: 921,5 - 922,1 MHz Rx: 940,5 - 941,1 MHz	0,6 MHz 0,6 MHz (en 900)
Telefónica del Sur	Radioenlaces Monocanales Digitales para la X Región.	Tx: 924,5 - 924,7 MHz Rx: 943,5 - 943,7 MHz	0,2 MHz 0,2 MHz (en 900)
Telefónica del Sur	Frecuencias CT2 y CT2 Plus	CT2: 864,15 - 868,05 MHz CT2 Plus: 944,05 - 948,45 MHz	3,9 MHz 4,4 MHz (en 900)
Intertel S.A. (empresa coligada a Movistar)	Servicios de transmisión de datos móviles en región metropolitana.	897,2 MHz - 898,4 MHz 936,2 MHz - 937,4 MHz	1,2 MHz (en 900) 1,2 MHz (en 900)

Fuente: Declaraciones de las empresas en proceso Rol NC N°198/2007.

Se observa de la Tabla 9 que estas otras asignaciones son poco significativas por lo que no serán incorporadas en el análisis que sigue, ya que sería necesario realizar una partición más fina del país, en circunstancias que los anchos de banda que se agregan afectarían solo marginalmente los resultados.<sup>14</sup>

El interés en la banda 900 MHz radica en que se trata del espectro que Entel hizo suyo a través de la adquisición de Transam. La Tabla 10 muestra el escenario de concentración previo a la adquisición de Transam por parte de Entel. Evidentemente, los índices de concentración son menores a los observados en la Tabla 8, pero el aumento de concentración provocado por la adquisición no lleva el HHI a niveles preocupantes. Por otra parte, si se considera  $\alpha = 0,5$  y una política simple de control del espectro asignado en futuras licitaciones, en las regiones I a IX (por ejemplo) el índice de concentración aumentaría a lo más de 2038 a 2190. La política aludida corresponde precisamente a cuidar que en futuras licitaciones (entre ellas la de LTE) el espectro se asigne al menos a tres operadores distintos (permitiendo incluso la participación de incumbentes).

<sup>14</sup> Cabe notar además que, de acuerdo al Anexo 4, un uso para LTE es posible con anchos de bandas relativamente pequeños, en comparación por ejemplo con WCDMA, pero el mínimo requerido sería de 1,4 MHz lo que incluye bandas de resguardo. Varias de las asignaciones identificadas en la Tabla 9 son, por lo tanto, no aptas para LTE.

Tabla 10: Resumen de resultados previo a adquisición de Transam

Regiones I a IX				
	$\alpha = 0$	$\alpha = 0,4$	$\alpha = 0,5$	$\alpha = 0,6$
HHI base	1738	1697	1618	1502
HHI escenario 1	3325	3302	3303	3306
HHI escenario 2	2049	2036	2038	2041
Regiones X y XIV				
	$\alpha = 0$	$\alpha = 0,4$	$\alpha = 0,5$	$\alpha = 0,6$
HHI base	1936	1776	1743	1715
HHI escenario 1	3402	3352	3346	3344
HHI escenario 2	2126	2086	2082	2080
Regiones XI y XII				
	$\alpha = 0$	$\alpha = 0,4$	$\alpha = 0,5$	$\alpha = 0,6$
HHI base	1805	1710	1693	1673
HHI escenario 1	3352	3329	3329	3332
HHI escenario 2	2124	2075	2069	2064

IV.4. Implicancias para los procesos de licitación de espectro para LTE y el mercado de banda ancha móvil.

Un análisis adicional que es posible realizar es el de concentración de espectro para banda ancha móvil. Dos consideraciones surgen naturalmente:

1. No es claro que el mercado final deba ser definido como banda ancha móvil, dado que el nivel de sustitución con servicios nomádicos puede ser alto.<sup>15</sup>
2. Los servicios de banda ancha fija pueden también implicar un alto grado de sustitución, especialmente combinados con conexión inalámbrica en área local.

De tal forma, los niveles de concentración de espectro para banda ancha móvil que identificaremos en esta sección, claramente representan escenarios pesimistas para el nivel de competencia que se podría enfrentar con servicios finales. El Anexo 4 muestra que existe una gran diversidad de opciones para el desarrollo de servicios con tecnología LTE, de hecho, si se considerarán todas ellas, además de la banda ancha móvil bajo tecnologías 3G, se obtendría aproximadamente los mismos índices de concentración ya calculados en la Tabla 8. Se considerará sin embargo, que esas opciones para LTE son de largo plazo y que en un escenario de mediano plazo las

<sup>15</sup> Cabe notar que esta sustitución se refiere a la demanda por servicios finales similares y no a la posibilidad de utilizar distintas bandas de espectro para el mismo servicio.

AR

bandas factibles de ser usadas en Chile para banda ancha móvil son: 700, 800, 900, 1700, 1900, 2300 y 2600 MHz.<sup>16</sup> La Tabla 11 resume los resultados obtenidos.

Tabla 11: Resumen de resultados: concentración de Espectro para banda ancha móvil en mediano plazo.

	Regiones I a XV			
	$\alpha = 0$	$\alpha = 0,4$	$\alpha = 0,5$	$\alpha = 0,6$
HHI base	2162	2163	2166	2170
HHI escenario 1	4312	4847	4843	4844
HHI escenario 2	2500	2599	2609	2621

La Tabla 11 muestra varios resultados interesantes. En primer lugar, los resultados no difieren entre regiones, puesto que el espectro donde había diferencias salió del análisis. En segundo lugar, los niveles de concentración aumentan significativamente frente a los obtenidos en la Tabla 8. Finalmente, se produce también un incremento significativo en los índices de concentración desde el escenario base hacia el escenario 2 que representa la propuesta de control de concentración en cada proceso específico de licitación. Este resultado no implica que haya que establecer spectrum caps agregados sobre el recurso, sino que más bien que habría que vigilar los niveles de concentración en servicios finales entre procesos de asignación de espectro.

Una situación diferente se muestra en el corto plazo si la pregunta es la viabilidad de LTE (en lugar de espectro para banda ancha móvil), en donde los principales desarrollos en el mundo están en 2600 MHz (tanto con formato TDD o FDD), 700 MHz (en formato FDD), 2100 MHz (en formato FDD) y 800 MHz (en formato FDD). Las bandas 1700, 1800 y 1900 MHz se encuentran rezagadas. El mercado apuesta, sin embargo, a desarrollos más rápidos en 1800 y 1900 MHz que en 1700 MHz.<sup>17</sup> En el caso de la banda 900 MHz, se apuesta a un estancamiento en su uso para LTE, el que ha sido recomendado para zonas rurales.<sup>18</sup>

No resulta lógico, sin embargo, hacer un análisis de concentración de espectro de corto plazo para la provisión de un servicio basado en una de las tecnologías

<sup>16</sup> Para una discusión de la factibilidad de LTE sobre estas bandas y su grado de desarrollo en el mundo ver Bright (2011). Las bandas 1800 MHz y especialmente la 2100 MHz están teniendo un desarrollo interesante, principalmente en Europa, China y Asia Pacífico, pero han sido excluidas del análisis por la superposición existente con las bandas ya asignadas en Chile.

<sup>17</sup> Hacia el 2016, se especula que la participación en LTE de las bandas 1800 y 1900 MHz por separado será del orden de 10%, mientras que 1700 MHz sería menor al 1%. Para mayores detalles ver Bright (2011).

<sup>18</sup> Debido a las distintas características de propagación y capacidad de las bandas, resulta razonable para un operador disponer de servicio en bandas altas para uso en ciudad y bajas para uso rural.

disponibles, en este caso LTE. Menos aún tomar en función de ello recomendaciones regulatorias. Los principales argumentos para no hacer esto son:

- i. Se estima que existe un nivel importante de sustitución de los servicios de banda ancha móvil con otras formas de provisión (fija y nomádica).
- ii. La tecnología LTE no es la única que permite ofrecer banda ancha móvil, aunque la evaluación actual es que sería la más eficiente.
- iii. La factibilidad económica de proveer LTE en distintas bandas es un tema en desarrollo (la factibilidad técnica es descrita en Anexo 4). En el mercado se apuesta a que el servicio tendrá mayor desarrollo en unas bandas por sobre otras, pero ello dependerá de las economías de escala que los fabricantes de equipos puedan explotar.

#### V. Implicancias regulatorias

Varios aspectos regulatorios resultan significativos de comentar a la luz de los resultados reportados en las secciones anteriores. Para facilitar la exposición, éstos serán clasificados en aspectos generales y políticas de cota máxima.

##### V.1. Aspectos generales de mejoras regulatorias en el sector

En primer lugar, es necesario tener presente que los servicios de datos y voz que hacen uso de las frecuencias en estudio, presentan competencia desde otras plataformas tecnológicas, por lo que se recomienda usar directamente índices de concentración de servicios finales más que proxies basadas en índices de concentración de espectro que han perdido capacidad predictiva.

Segundo, la concentración agregada del recurso espectro en las bandas analizadas se puede acotar a través de controlar la concentración en los procesos de licitación de nuevas bandas. Esto quedó en evidencia en los ejercicios numéricos de la sección anterior, puesto que el escenario 2 se logra precisamente evitando la concentración de espectro en cada proceso licitatorio al distribuirlo al menos entre tres operadores, sin necesidad de un cap agregado por empresa.

Tercero, particularmente importante, por la cantidad de espectro involucrada y el hecho que se trata de frecuencias bajas, es el proceso de licitación de la banda 700 MHz, aunque el mismo cuidado respecto a la concentración en el proceso debiera tenerse en la banda 2.600 MHz, las que presumiblemente se licitarían para LTE. En la misma línea, las concesiones de espectro en 900 MHz son relevantes puesto que ésta también es una banda apta para LTE.

20

Cuarto, al analizar la concentración de espectro para banda ancha móvil en el mediano plazo, se observa la necesidad de hacer apuestas tecnológicas para el desarrollo de LTE. Se obtuvieron cotas de concentración del recurso basadas en una política de vigilar la concentración de cada proceso (ver Tabla 11, escenario 2). Estas cotas pueden ser consideradas altas, sin embargo, se argumentó que no implican por sí solas la necesidad de intervenir regulatoriamente la concentración del recurso, sino más bien implican la necesidad de vigilar la concentración del mercado final de banda ancha móvil o sustitutos cercanos.

Quinto, al analizar la situación particular de la tecnología LTE, se observa que se trata de una tecnología cuya factibilidad comercial en distintas bandas está en desarrollo y sobre las cuales existen predicciones que, obviamente, podrían consolidarse o no. Resulta claro que no parece conveniente adoptar restricciones regulatorias específicas asociadas al uso de bandas para LTE.

Sexto, la política de uso de espectro debe avanzar hacia una flexibilidad mayor y generalizada en el uso de las bandas. Ello permitiría desconcentrar el recurso, puesto que el uso de éste estaría limitado simplemente por razones tecnológicas más no administrativas.

Una medida adicional que es razonable sugerir, corresponde a incrementar el costo de retener el recurso en forma improductiva, de manera similar a lo que ocurre en el sector inmobiliario con las contribuciones por sitio erlazo, las que son superiores a las de una propiedad construida precisamente para fomentar el uso del recurso.

## V.2. Evaluación de políticas de cota máxima (spectrum caps)

Las políticas de cota máxima jugaron un importante rol en el desarrollo de un mercado competitivo de telefonía móvil en muchos países, sin embargo, en la actualidad se encuentran en retirada en favor de esquemas más flexibles que permiten adecuarse a las necesidades del recurso de los operadores y cuidar la competencia en el sector. Estas políticas siempre han sido controversiales por cuanto, se argumenta, que interfieren con una asignación eficiente en el sentido que no permiten que el recurso fluya hacia sus mayores valores de uso. Sin embargo, los valores de uso aludidos son sólo valoración privada, por lo tanto una autoridad que desea cuidar la competencia en los mercados finales podría tener un buen argumento para aplicar caps. El problema es que la convergencia tecnológica, unida a las crecientes necesidades de espectro de los operadores, ha generado que esta herramienta pierda vigencia pues no resulta ser una buena proxy de competencia en mercados finales. Así, medidas alternativas pro-competitivas pero más flexibles que los spectrum caps han surgido. Las que podríamos identificar como mejores prácticas son:<sup>19</sup>

- a. Límite de tenencia de espectro sobre el cual la autoridad revisa los potenciales problemas de competencia. Esta política es la vigente en E.E. U.U. y tales

<sup>19</sup> Para mayores detalles ver Anexo 3.

límites alcanzaron los 75 MHz y 95 MHz en los procesos de licitación de 2006 y 2008, respectivamente.

- b. Band-specific spectrum caps. Se refiere a una política en que la autoridad establece spectrum caps para el proceso de licitación de una banda específica o de conjuntos de bandas, cuidando con ello indirectamente la concentración agregada del recurso. Esta política ha sido aplicada en el Reino Unido, Noruega y Suecia. En particular, en el Reino Unido se ha integrado dentro de una política de mayor flexibilidad en el uso del recurso que prioriza las políticas generales procompetitivas. En las próximas licitaciones europeas de LTE (Reino Unido, España, Francia, etc.) esta política se está consolidando como la más aplicada y, de acuerdo a este informe, también sería de utilidad en Chile.
- c. Set aside spectrum. En algunos países, para evitar la concentración, se ha definido que en el proceso de licitación de licencias existe espectro reservado para nuevos entrantes. Si bien el origen de esta política se encuentra en la licitación de espectro 3G en el Reino Unido, la experiencia más reciente corresponde a 40 MHz reservados en Canadá para un nuevo entrante en el proceso de licitación de la banda 1.700 MHz (AWS).

#### VI. Conclusiones y Recomendaciones

Las conclusiones son implicancia directa del análisis realizado y pueden resumirse en los siguientes puntos:

- a. La digitalización ha permitido que servicios que hace unas décadas eran percibidos como de distinta naturaleza, hoy forman parte del mismo menú de servicios que las empresas de telecomunicaciones ofrecen a sus clientes. Esto ha contribuido a que la concentración de espectro no pueda ser traspasada directamente a concentración de servicios finales.
- b. La tecnología ha permitido además que los distintos servicios puedan proveerse a través de distintas plataformas, algunas de las cuales no usan espectro (Cave, 2010). Ello también contribuye a que la concentración de espectro se aleje de las medidas de concentración de servicios finales.
- c. Los distintos esquemas regulatorios han permitido en forma creciente una mayor flexibilidad en el uso de las distintas bandas de espectro. Ello implica que bandas de frecuencia muy distintas puedan, en principio, ser utilizadas para proveer servicios que aparecen como sustitutos en los mercados finales. El ejemplo clásico de ello es la telefonía móvil que en Chile se ha provisto en las bandas 800 MHz y 1900 MHz en forma indistinguible para los usuarios.
- d. A pesar de los puntos anteriores, la concentración de espectro sigue siendo un tema relevante, pero se ha vuelto crecientemente más difícil medirla y controlarla.

- e. Por el lado de la medida adecuada de concentración, en este informe se muestra que el HHI en escenarios negativos es bastante robusto a la ponderación que se puede razonablemente asignar a distintas bandas. La Tabla 8 en el presente informe resume este resultado.
- f. Por el lado de controlar los índices de concentración, el análisis llevado a cabo muestra que una medida efectiva sería controlar la concentración del recurso que resulte en futuros procesos de licitación, para lo cual se recomienda el uso de "Band specific spectrum caps", esto es, límites a la concentración que un operador puede alcanzar en licitaciones específicas del recurso.<sup>20</sup> No se considera necesario establecer nuevos spectrum caps agregados ni tampoco implementar políticas de set aside spectrum para nuevos operadores.
- g. En el caso específico de la banda ancha móvil, las cotas de concentración de espectro de mediano plazo resultaron más altas (ver Tabla 11). Sin embargo, se recomienda vigilar la concentración del mercado final incorporando servicios potencialmente sustitutos (banda ancha fija y nomádica). En particular, no se recomienda establecer restricciones regulatorias específicas sobre bandas asociadas a tecnologías emergentes como la LTE, por ser ésta una de varias tecnologías que permitirían banda ancha móvil, la que a su vez presentaría sustitutos cercanos en el mercado final.
- h. Las medidas recomendadas en los puntos (f) y (g) deben ser complementadas con medidas de política general de competencia. Por ejemplo, toda posible fusión o adquisición debe ser vigilada en la medida que impacte el bienestar en mercados finales.
- i. Dadas las distintas características de propagación y capacidad asociadas a frecuencias altas y bajas (ver Anexo 1), existen razones de eficiencia para que un operador requiera espectro en distintas frecuencias para atender, por ejemplo, zonas urbanas con frecuencias altas y rurales con frecuencias bajas.
- j. Parece necesario también, establecer una política tarifaria que desincentive el mantener espectro sin uso. Ello por cuanto es posible usar estrategias de bloqueo de ingreso de rivales a través de incrementar la tenencia de un insumo esencial aunque éste permanezca sin uso.

VII. Referencias

4G Americas, "Spectrum Caps in the Americas delay Mobile Broadband Services," disponible online en:  
[http://www.4gamericas.org/documents/2009\\_Spectrum\\_caps\\_in\\_Latin\\_America%20-%20May08.pdf](http://www.4gamericas.org/documents/2009_Spectrum_caps_in_Latin_America%20-%20May08.pdf)

<sup>20</sup> Ver escenario 2 en Tablas 8 y 11.

Cave, M. (2010) "Anti-competitive behaviour in spectrum markets: Analysis and response" *Telecommunications Policy* 34, 251-261.

Coase, R. (1959): "The Federal Communications Commission," *Journal of Law & Economics*, 2, 1-40.

Faulhaber G. (2006): "The Future of Wireless telecommunications: Spectrum as a critical Resource," *Information Economics & Policy*, 18 (Sept), 256-271.

FCC (2009): "Moving Forward: Driving Investment and Innovation While Protecting Consumers," (Jan. 15); <http://www.fcc.gov/fcc-moving-forward-report.pdf>.

Hazlett, T. (2008): "Property Rights and Wireless License Values," *Journal of Law & Economics*, 51 (Aug.), 563-97.

Hazlett, T., R. Muñoz y D. Avanzini (2011): "What Really Matters in Spectrum Allocation Design," Forthcoming, *Northwestern Journal of Technology & Intellectual Property*.

Herzel, L. (1951): "Public Interest' and the Market in Color Television Regulation," *University of Chicago Law Review*, 18, 802-816.

Bright, Julian (2011): "LTE Spectrum Strategies and Forecasts to 2016," Informa Telecoms & Media; <http://www.slideshare.net/ThomasInforma/lte-spectrum-strategies>

Larsen, C. (2010): "Telecommunications Services: Comments By Verizon CTO Indicate Limited Upside To Tower Revs For LTE in '10," Piper Jaffray (March 25).

Little, A.D. (2009). "Mobile broadband, competition and spectrum caps: an independent paper prepared for the GSM Association". Disponible en: [http://www.asocel.org.co/pdf/Spectrum\\_Caps\\_Report.pdf](http://www.asocel.org.co/pdf/Spectrum_Caps_Report.pdf)

White, L. (2000): "'Propertyizing' the Electromagnetic Spectrum: Why It's Important, and How to Begin," New York University Stern School of Business Working Paper 00-08, <http://econpapers.hhs.se/paper/stenystbu/00-08.htm>.

24

Anexo 1: Factor de ponderación de bandas para el cálculo del HHI de Espectro en servicios inalámbricos de voz y datos.

## Informe Técnico

Preparado por Walter Grote, Depto. Electrónica UTFSM

### Resumen

En este estudio se realiza un análisis acerca de la factibilidad de asociar un factor de ponderación que represente un atractivo para utilizar bandas específicas del espectro radioeléctrico, basado en consideraciones científicas y tecnológicas, para determinar políticas de asignación del espectro para las telecomunicaciones que sirven para el uso público. En este estudio se consideran aspectos de cobertura, de ventajas que puedan asociarse al uso de bandas amplias del espectro, a la frecuencia de la portadora, a la capacidad de un sistema de telecomunicaciones inalámbrica y a la tecnología. Se concluye que sí es posible asociar un factor de ponderación que haga que sea más atractivo usar las bandas de frecuencia más bajas del espectro radioeléctrico.

#### 1. Introducción

El uso del espectro radioeléctrico es un bien preciado. Desde ese punto de vista la eficiencia de su uso el objetivo es transmitir confiablemente el máximo de información posible, en el menor tiempo posible, al menor costo posible, disminuyendo las interferencias que puedan ocasionar a otros sistemas que puedan estar haciendo uso del mismo espectro u otras partes del espectro radioeléctrico. Las tecnologías existentes y las que están en desarrollo apuntan a resolver este problema de la mejor forma posible. En particular interesan en este contexto las tecnologías de intercambio de información multimediales (de voz, texto, datos, música, imágenes, video, etc.) de carácter público. Para la transmisión de información en forma eficiente las tecnologías deben superar problemas de desvanecimientos de la señal por multitrayectorias, velocidad de movimiento de los terminales móviles, interferencias, ruido. Otro aspecto importante a considerar es la cobertura que está asociada a un determinado sistema, es decir, poder delimitar el alcance geográfico que tiene una transmisión de información para su recepción en forma eficiente y, al mismo tiempo, establecer hasta qué distancia esa transmisión constituye interferencia para otra transmisión. Esto tiene relación con las potencias de transmisión, el uso de antenas, la sensibilidad del receptor, la relación señal a ruido y la relación señal a interferencias requerida por el receptor para una recuperación confiable de la información transmitida. En este informe se procura dar respuesta a la pregunta de si existe la factibilidad de asociar un factor de ponderación que represente un atractivo para utilizar bandas específicas del espectro radioeléctrico basado en consideraciones científicas y tecnológicas.

Los aspectos tecnológicos más profundos de la transmisión de la información están fuera del alcance de este documento. Más bien se trata de poder establecer de qué forma los enfoques tecnológicos afectan el uso de espectro. Se procurará entregar un

análisis basado en modelos fundamentales que contribuyan a cuantificar razonablemente todos los efectos anteriores a modo de redundar posteriormente en un factor de ponderación. La mayor parte de los conceptos teóricos que fundamentan este trabajo están basados en la referencia [1].

La metodología empleada en este informe consiste en exponer brevemente los fenómenos físicos que determinan la aparición de ciertas características favorables o desfavorables para establecer un enlace de telecomunicaciones confiable, ya sea este uno en que ambos terminales ocupan posiciones fijas o uno de ellos una posición fija y el otro sea un terminal móvil, o ambos terminales sean móviles. Luego se presenta la conclusión en un recuadro usando letra cursiva. Cuando se estima necesario se desarrolla un ejemplo basado en la tecnología GSM, para ser consistente a lo largo del documento.

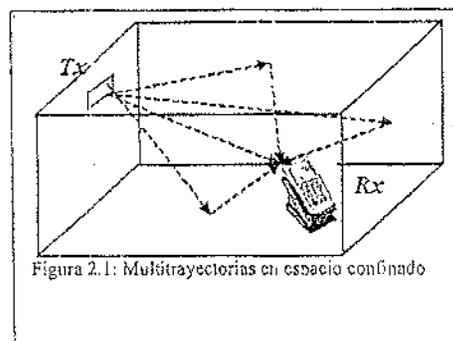
## 2. Uso de espectro

El espectro radioeléctrico ha sido asignado históricamente por organismos regulatorios en la medida que los avances tecnológicos daban lugar a su posible ocupación. En general, las frecuencias más bajas han sido asignadas a sistemas de telecomunicaciones cuyo ancho de banda es más reducido mientras que los servicios más recientes por lo general se asignan a bandas de frecuencia mayores porque sus requerimientos de ancho de banda son superiores. Hay excepciones a esta regla, y en particular la liberación de espectro de la banda de 700 MHz con el advenimiento de la TVD es un hito importante, como se verá posteriormente en la sección cobertura.

Un aspecto relevante en las comunicaciones inalámbricas, desde el punto de vista de una recepción confiable de la señal es el concepto de ancho de banda de coherencia. El ancho de banda de coherencia se deriva del hecho de que, si el transmisor y el receptor están en una posición fija, las multitrayectorias producen un fenómeno de desvanecimiento de la señal a determinadas frecuencias. Dado que la diferencia de trayecto entre dos señales que se propagan desde el transmisor y el receptor están determinados por el entorno espacial, el ancho de banda de coherencia es dependiente del entorno. Específicamente, si el transmisor (Tx) y el receptor (Rx) están en posición fija y en ausencia de movimiento de los dispersores, el canal inalámbrico puede ser modelado como sistema lineal invariable, cuya respuesta a impulso depende de la posición de Tx y/o Rx. Al receptor llegan múltiples réplicas del impulso en radiofrecuencia enviado, por efecto de multitrayectorias (ver figura 2.1).

Sea

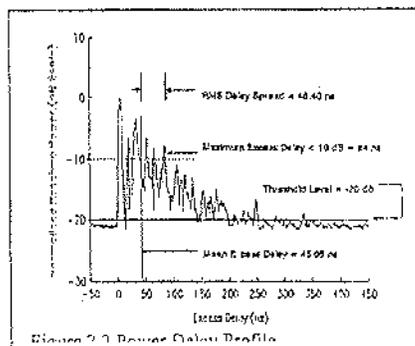
- $d$  la distancia entre Tx y Rx
- $x(t)$  la señal transmitida
- la señal recibida  $y(d,t) = h(d,t)*x(t)$



28

- Si  $d = v \cdot t$ , entonces  $y(v,t,t) = h(v,t,t) * x(t)$  en que  $v$  es la velocidad de desplazamiento de un móvil
- En consecuencia, el canal puede ser modelado como un sistema lineal variante en el tiempo, donde el canal cambia con el tiempo y la distancia.

Si a un canal inalámbrico se aplica un pulso de RF de muy corta duración, en el receptor se obtendrán múltiples réplicas de este pulso por efecto de las multitrayectorias, cuya envolvente define el perfil de retardo de potencia (power delay profile), que corresponde a la envolvente del pulso de radiofrecuencia de la señal resultante (ver figura 2.2). Dado que el perfil de retardo de potencia responde a la respuesta en banda base de las múltiples réplicas que se obtienen del pulso de radiofrecuencia enviado, es independiente de la frecuencia portadora. En base a la respuesta obtenida se define



- el parámetro de retardo en exceso promedio (mean excess delay) y
- dispersión efectiva de retardo (rms delay spread)

$$\bar{\tau} = \frac{\sum_k \tau_k \cdot P(\tau_k)}{\sum_k P(\tau_k)} \quad \text{mean excess delay}$$

$$\sigma_\tau = \sqrt{\overline{\tau^2} - \bar{\tau}^2} \quad \text{rms delay spread}$$

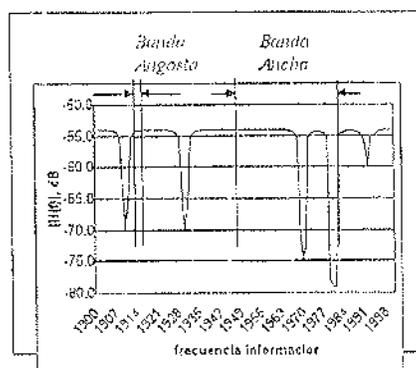
$$\overline{\tau^2} = \frac{\sum_k \tau_k^2 \cdot P(\tau_k)}{\sum_k P(\tau_k)}$$

$$BW_c = \frac{1}{50\sigma_\tau}$$

Esto permite definir el ancho de banda de coherencia del canal (o debido a las multitrayectorias),  $BW_c \sim 1/50\sigma_\tau$  [1]. Nótese que el ancho de banda de coherencia es independiente de la frecuencia portadora.

Así, el ancho de banda de coherencia en entornos rurales, donde es muy probable que los rebote ocurran en objetos (paredes, murallas, rocas, caseríos) distantes, el ancho de banda de coherencia será del orden de algunas decenas de kHz. En cambio en ambientes confinados dentro de edificios, el ancho de banda de coherencia sea del orden de algunos MHz. En ambientes urbanos de calles con edificios altos, es de esperar anchos de banda de centenas de kHz.

Lo relevante es poder comparar este ancho de banda con el ancho de banda de transmisión (ver Figura 2.3). Si los dos anchos de banda – el de transmisión y el de coherencia – son comparables o si el ancho de banda de transmisión es menor que el ancho de banda de coherencia, entonces se

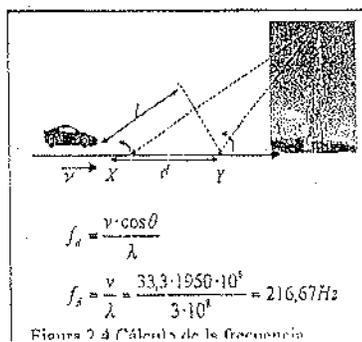


experimenta desvanecimiento plano, es decir, todo el espectro de la señal se ve afectado por el desvanecimiento y no existen medidas remediales posibles para recuperar la señal transmitida. En cambio si el ancho de banda de transmisión es mucho mayor que el de coherencia, entonces se experimentan desvanecimientos selectivos en frecuencia y el receptor puede compensar esos desvanecimientos mediante ecualizadores u otras técnicas. Así, por ejemplo, GSM, que tiene un ancho de banda de 200 kHz, experimenta en ambientes rurales, suburbanos, urbanos de baja edificación y a menudo en urbanos de alta edificación desvanecimientos selectivos en frecuencia, que pueden ser compensados exitosamente con ecualizadores, mientras que ambientes urbanos de edificaciones elevadas puede experimentar desvanecimientos selectivos en frecuencia y planos, según sea la posición del móvil respecto de la estación base y el entorno. Tecnologías que apunten a usar un ancho de banda mayor que el de GSM, como CDMA y OFDM, presentan ventajas respecto de esta tecnología. No importa cuál sea la tecnología que se utiliza, ésta se beneficia siempre si el ancho de banda de coherencia es inferior al ancho de banda de transmisión, pues los desvanecimientos que se experimentan son selectivos en frecuencia.

En la práctica, cuando se tiene enlaces fijos o nomádicos, se puede compensar el desvanecimiento mediante un cambio en la posición del Tx o del Rx (normalmente con un ajuste de la posición de la antena Rx, como ocurre con la recepción de radio o TVD). Un ejemplo adicional que ilustra este concepto también, es lo que se hace en instalaciones de lazo local inalámbrico (WLL), donde el técnico instalador debe buscar el lugar donde se obtiene máxima señal para tener un enlace confiable. En cambio cuando se tiene enlaces entre móviles o entre móviles y una estación base fija, la situación se complica respecto de la de enlaces fijos, puesto que el movimiento hace que los desvanecimientos se desplacen en frecuencia en la medida que el móvil se desplaza, dado que las multirayectoria son diferentes para las diversas posiciones relativas del móvil, en el tiempo. En este contexto, es conveniente que el desvanecimiento sea selectivo en frecuencia, es decir que el ancho de banda de transmisión sea mayor que el de coherencia.

*En consecuencia, el ancho de banda de coherencia define si una transmisión de señales es de banda ancha (en cuyo caso, el ancho de banda de transmisión es mayor que el de ancho de banda de coherencia), lo que se traduce en desvanecimientos selectivos en frecuencia, permitiendo ofrecer mejor servicio que si se experimentan desvanecimientos planos (ancho de banda de coherencia mayor o igual a ancho de banda de transmisión). Una transmisión es de banda ancha, independientemente de la frecuencia portadora (ver relaciones matemáticas).*

En enlaces móviles no sólo es relevante la naturaleza dispersiva del canal en un entorno local, también es determinante el efecto de movimientos relativos entre base y receptor o el efecto de objetos cercanos en movimiento (o sea la dinámica del canal).



2/8

Para describir estos efectos en un entorno local (pequeña escala) se usa la "dispersión Doppler" y de ésta se deriva el "tiempo de coherencia". La dispersión Doppler se define como sigue: si se transmite una senoide de frecuencia  $f_c$ , el retorno contendrá frecuencias en el rango:  $(f_c - f_d, f_c + f_d)$ ;  $f_d$  define el ensanchamiento espectral causado por el efecto Doppler. El efecto Doppler produce una modulación de frecuencia sobre una portadora sin modular (y, por supuesto, también sobre una señal modulada). Su efecto se puede calcular mediante la relación presentada en la figura 2.4. Para una frecuencia portadora de telefonía celular de  $f_c = 1950$  MHz, un vehículo desplazándose a velocidad  $v = 120$  km/h = 33,3 m/s, suponiendo  $\theta \approx 0$  y siendo  $c = 3 \cdot 10^8$  m/s la velocidad de la luz, la frecuencia Doppler es de unos 200 Hz.

Se define el tiempo de coherencia  $T_c$  como:  $T_c \sim 1/f_d$ , donde  $f_d$  es el máximo corrimiento Doppler posible. Si  $T_c$  es grande comparado con la duración de un pulso (o una secuencia de pulsos) de señal de banda base (o sea  $f_d$  es pequeño comparado con el ancho de banda de la señal) entonces quiere decir que la respuesta a impulso no alcanza a cambiar y no hay necesidad de modificar la ecualización de la respuesta en frecuencia del canal (si existiera). Por el contrario, si  $T_c$  es pequeño comparado con la duración de un pulso este se deformará (considerando que un ecualizador no puede adaptarse durante la recepción del pulso).

En la práctica se usa el criterio siguiente para definir  $T_c$ , el tiempo de coherencia del canal. Este parámetro es relevante para cuánto tiempo dura el entrenamiento que debe realizarse para fijar los parámetros del ecualizador que garantiza una correcta recepción. Nótese que a mayor velocidad o mayor frecuencia portadora, menor es el tiempo de coherencia, un fenómeno no deseable puesto que afecta a la estabilidad de la recepción cuando el tiempo de transmisión excede este valor.

$$T_c = \frac{0,423}{f_d} = \frac{0,423 \cdot c}{v \cdot f_c}$$

Al margen de las expresiones analíticas, el tiempo de coherencia del canal expresa el tiempo durante el cual la magnitud de la señal recibida presenta una alta correlación respecto de su valor previo. Si el tiempo de coherencia excede el tiempo de transmisión de una trama de bits, por ejemplo, se habla de desvanecimientos lentos. En cambio si el tiempo de coherencia del canal es menor que la duración de una trama la amplitud y fase de la señal varían mucho durante la transmisión de ésta, fenómeno conocido como desvanecimiento rápido. Cuando ocurre este fenómeno ocurren ráfagas de errores en la recepción de bits, lo cual puede reducirse mediante técnicas de dispersión de los bits, como se hace en el entrelazado de la información, lo que permite que la acción de los códigos de correctores sea más efectiva.

*El tiempo de coherencia es importante en el diseño de un sistema de telecomunicaciones en el sentido de que todas las tecnologías se benefician de un tiempo de coherencia mayor, pues durante este tiempo las estadísticas del canal se mantienen constantes, beneficiando así la recepción. Cabe destacar que a mayor frecuencia portadora disminuye tiempo de coherencia del canal, lo que apunta a usar frecuencias portadoras más bajas.*

### 3. Cobertura

Se entiende por cobertura el alcance que tiene una transmisión de señal electromagnética, desde un punto de vista de una recepción confiable de la señal.

En la literatura se distingue entre enlaces en línea de vista (LOS: Line of Sight) y enlaces parcial o totalmente obstruidos (NLOS: Non LOS).

La figura 3.1 adjunta ilustra las tres categorías.

Como se verá posteriormente, será clave para determinar las condiciones del enlace el despeje de un círculo conocido como primera zona de Fresnel.

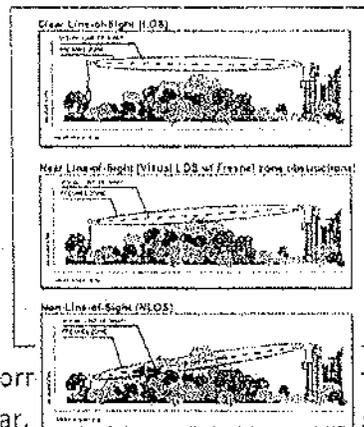
- LOS, primera zona de Fresnel despejada.

Corresponde a la figura superior. Es la condición óptima de un enlace.

- Una obstrucción parcial de la primera zona de Fresnel puede ser tolerable. Corresponde a la figura intermedia

- NLOS, la primera zona de Fresnel está obstruida. Corresponde a la figura inferior.

En general, los enlaces obstruidos se tratan de evitar, pero en entornos de alta densidad de edificios en elevación, son inevitables.



En espacios interiores confinados también se busca que exista línea de vista con la primera zona de Fresnel despejada, pero se da a menudo la situación de que una pared o una losa separan al Tx del Rx.

Se analizará primero un enlace en condiciones ideales, es decir sin presencia de superficies reflectantes ni obstáculos. Muchos enlaces LOS se pueden analizar desde este punto de vista. En el desarrollo de un modelo matemático que permite obtener la expresión de la potencia recibida  $P_{Rx}$ , intervienen la potencia de transmisión  $P_{Tx}$ , la ganancia de la antena de transmisión  $G_{Tx}$ , la distancia existente entre transmisor y receptor, la ganancia de la antena receptora  $G_{Rx}$ , la relación señal a ruido requerida para una recuperación de la señal en el extremo receptor que sea satisfactoria para el usuario, la distancia  $d$  que separa al Tx y al Rx y la frecuencia portadora  $f_c$ . La relación que modela esta situación es la ecuación de Friis.

$$P_{Rx}(d, f) = \frac{P_{Tx} G_{Tx} G_{Rx} \lambda^2}{(4\pi)^2 d^2} = \frac{P_{Tx} G_{Tx} G_{Rx} c^2}{(4\pi)^2 (f_c \cdot d)^2}$$

El aspecto relevante de esta relación es que la potencia de la señal recibida depende inversamente del cuadrado del producto de la frecuencia portadora y de la distancia. Así, por ejemplo, manteniendo constante las ganancias de las antenas de transmisión y de recepción y la potencia de transmisión, se tendrá que se logra la misma potencia de recepción al doble de la distancia si se disminuye la frecuencia portadora a la mitad.

Un ejemplo claro de este fenómeno es el de la cobertura de la tecnología WiFi. Si se utiliza un dispositivo que conforma el estándar IEEE 802.11 en su versión b o g, que opera a 2,4 GHz, se obtiene que el área de cobertura es aproximadamente 4 veces el área de cobertura de aquellos dispositivos que operan según la versión a del mismo estándar, que opera a 5,8 GHz, si es que se supone radiación omnidireccional y potencia de transmisión idéntica. Esto se debe a que el círculo que determina el área de cobertura depende del radio R. Para mantener igual potencia de recepción, el radio ha de disminuirse a la mitad cuando se opera a la frecuencia de operación mayor, lo que redonda en un área 4 veces menor ( $\pi \cdot (R/2)^2 = \pi \cdot (R^2)/4$ ).

Existen otros modelos de propagación para describir enlaces en línea de vista sin obstrucción o con obstrucción parcial, como el de 2 rayos, pero en general vinculan las pérdidas a otros parámetros que no dependen de la frecuencia portadora.

Sin embargo el modelo de 2 rayos es de interés analizar porque su rango de aplicación es dependiente de la frecuencia portadora en uso. El modelo de 2 rayos se basa en calcular el campo eléctrico recibido en una situación en que el receptor recibe información en línea directa y una derivada de una reflexión en el terreno, como muestra la figura 3.2. Al comparar la magnitud y fase de ambas componentes se observará que hay refuerzo de la señal para algunas posiciones y un debilitamiento de la señal recibida en otras posiciones. Esto se puede expresar en términos de la potencia recibida mediante la relación siguiente.

$$P_{Rx} = P_{Tx} \cdot G_{Tx} \cdot G_{Rx} \cdot \left( \frac{\lambda}{4\pi d} \right)^2 \left| 1 - \frac{d \cdot \exp(-j \frac{2\pi d}{\lambda})}{d_1 + d_2} \right|^2$$

$\Delta d = d_1 + d_2 - d$  M. Schwartz, Mobile Wireless Communications, Cambridge University Press, 2005  
 $\lambda = c / f_c$

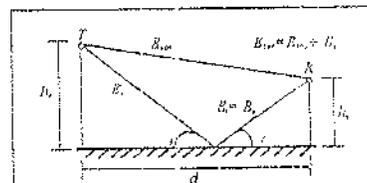


Figura 3.2 Modelo de 2 Rayos

Si se compara el efecto de este modelo con el modelo de Friis tratado previamente se observará que hay dos zonas claramente definidas. En la figura 3.3 se evalúa un enlace en que se varía la distancia d que separa al transmisor del receptor para un Tx con

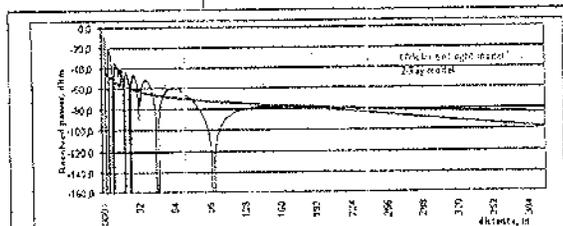


Figura 3.3 Comparación modelo 2 rayos (línea azul) con modelo de Friis (línea roja)

$P_{Tx} = 0$  dBm,  $G_{Tx} = 0$  dB,  $h_{Tx} = 20$  m (la altura relativa al terreno a la que se encuentra la antena del transmisor) y Rx con  $G_{Rx} = 0$  dB,  $h_{Rx} = 3$  m (la altura a la que se encuentra la antena del receptor), y la longitud de onda  $\lambda = 0.3$  m, comparando el resultado con el modelo Friis. Se observan dos zonas: previo a una distancia aproximada de 200 m el modelo de Friis representa muy bien el valor medio de la señal que se espera obtener en el receptor. En cambio el modelo de 2 rayos explicita que para determinadas posiciones el receptor experimentará desvanecimientos profundos de la señal para esa frecuencia portadora (y altura de antenas). Esto último también tiene relación con los desvanecimientos por multitrayectoria (en este caso son sólo dos) que determinan el ancho de banda de coherencia, pues en la misma posición donde se manifiesta un desvanecimiento profundo a la frecuencia portadora de  $f_c = c/\lambda = 1$  GHz, a una frecuencia diferente puede encontrarse un máximo, para volver a presentar un desvanecimiento posterior si se sigue desplazando la frecuencia portadora.

Se acepta utilizar el modelo de Friis para determinar la potencia que puede esperarse en el receptor antes del punto de quiebre de aproximadamente 200m, para el ejemplo de la figura 3.3. Después de los 200m se observa que el modelo que refleja de mejor forma la potencia recibida es el modelo de 2 rayos. El punto de quiebre b fue establecido teóricamente por Green y Hata en [2] y se resume en la expresión

$$\frac{\pi h_t h_r}{\lambda} < b < \frac{4 \pi d_1 h_r}{\lambda}$$

para distancias mayores a b se tiene que la relación que mejor expresa en promedio la potencia recibida está dada por la siguiente expresión aproximada del modelo de 2 rayos.

$$P_{Rx} \approx P_{Tx} \cdot G_{Tx} \cdot G_{Rx} \cdot \left( \frac{h_{Tx} \cdot h_{Rx}}{d^2} \right)^2 \quad \text{para } d \geq b \approx \frac{\pi \cdot h_{Tx} \cdot h_{Rx}}{\lambda} = \frac{\pi \cdot h_{Tx} \cdot h_{Rx}}{c} \cdot f_c$$

Es decir, a partir de la distancia b se tiene que la potencia promedio esperada en el receptor disminuye en proporción a la distancia al exponente (-4), mientras que antes de ese punto, sólo a razón del exponente (-2). El punto b depende directamente de la frecuencia portadora, siendo lo más conveniente que se desplace a mayores distancias, lo que favorece el empleo de frecuencias mayores.

Siendo deseable tener enlaces con línea de vista, especialmente cuando la distancia entre transmisor y receptor es mayor, se mantendrá la conclusión derivada del modelo de Friis, de que es más conveniente desde el punto de vista de la cobertura utilizar frecuencias portadoras más bajas. Lo anterior se refuerza por el hecho de que cuando existen obstrucciones en el enlace, se tiene que la pérdida de intensidad que se observa en la señal (atenuación) también es menor a frecuencias más bajas.

*En consecuencia se concluye que desde un punto de vista de la cobertura, es conveniente usar frecuencias portadoras más bajas del espectro radioeléctrico por dos motivos, la distancia que se puede cubrir con frecuencias menores es mayor en enlaces de línea de vista y la atenuación por obstrucción es menor a frecuencia menor. El único punto débil de esta generalización es que el punto de quiebre en que se pasa del modelo de Friis al de 2 Rayos es proporcional a la frecuencia portadora, lo que favorece el uso de las frecuencias altas.*

#### 4. Capacidad

Se entiende por capacidad de un canal de comunicación como la cantidad máxima de información que puede transportar dicho canal de forma fiable, es decir, con una probabilidad de error tan pequeña como se quiera. Normalmente se expresa en bits/s (bps). En el contexto del análisis que se está realizando, la capacidad de transporte de información dentro de un ancho de banda determinado en forma confiable está dada por la eficiencia que puede brindar una determinada tecnología, por el ancho de banda disponible y por la cobertura deseada.

En general, para sistemas de telefonía móvil tradicionales la eficiencia en el uso del espectro se establece por un concepto fundamental: el área de cobertura total se divide en celdas contiguas que ofrecen un servicio de acceso a un número limitado de canales, lo cual implica que a ciertas horas del día, en determinadas áreas, una celda opera en congestión no pudiendo atender todas las solicitudes. Una típica celda GSM, por ejemplo, se divide en tres sectores en que cada uno de ellos cubre teóricamente un área de un arco de círculo de  $120^\circ$  con 4 canales de radiofrecuencia de 200 kHz cada uno, capaz de transmitir una trama de 8 canales de voz codificada digitalmente. De los 32 canales de voz resultantes, uno de ellos se utiliza para realizar el transporte de la información de control de acceso a los 31 restantes. Mientras se realiza una conversación telefónica también es necesario realizar un control de la comunicación, lo cual significa que parte de la información digitalizada asociada a un canal de voz está destinada a mantener la llamada.

Como la conversación telefónica es full dúplex, existen 4 canales de radiofrecuencia que transportan información de los 31 canales de usuarios de la estación base hacia el móvil y en un rango de frecuencias diferente 4 canales de radiofrecuencia que son utilizados para transportar la información de los 31 terminales hacia la estación base.

Desde un punto de vista de la capacidad, y considerando solamente un canal de radiofrecuencia se tiene que para un ancho de banda de 200 kHz, GSM transmite información digital a 270 kbps. Sin embargo, desde un punto de vista de un usuario, la tasa de transmisión máxima es 9,6 kbps por canal de voz en una portadora de radiofrecuencia. Si consideramos que se puede enviar 8 canales de voz, sólo se puede transportar efectivamente datos a 76,8 kbps. Esto corresponde a la información de voz digitalizada, o si se reemplaza dicha información por datos, a la tasa de bits por segundo máxima que se puede transmitir. Eso es una eficiencia muy baja. GSM es una tecnología que está pensada para el transporte de voz codificado digitalmente, y

marginalmente, datos. GPRS utiliza el mecanismo de transporte de GSM, pero en forma más eficiente de manera que se puede transmitir datos en esa portadora a una tasa máxima de 171,2 kbps. Con algunos cambios en el sistema de modulación de la portadora que se utiliza en GSM, es posible aumentar la tasa máxima de transmisión de datos a 384 kbps mediante EDGE para la misma portadora. Esto implica un aumento de  $(76,8 \text{ kbps}/200 \text{ kHz}) = 0,28 \text{ bps/Hz}$  de eficiencia en el uso de ancho de banda en GSM a  $(384 \text{ kbps}/200 \text{ kHz}) = 1,92 \text{ bps/Hz}$  en EDGE. Las tecnologías que se usan actualmente (HSDPA, WiMAX, LTE) para el transporte de información multimedial tienden a aumentar esa eficiencia, llegando a valores cercanos a 20 bps/Hz, usando técnicas cada vez más sofisticadas.

*Se entiende por capacidad de un canal de comunicación como la cantidad máxima de información que puede transportar dicho canal de forma fiable, es decir, con una probabilidad de error tan pequeña como se quiera. Se concluye que las tecnologías de introducción más reciente tienden a hacer un mejor aprovechamiento del espectro existente, permitiendo transmitir más bps/Hz, acercándose a la capacidad del canal.*

El acceso a uno de los canales de voz en una celda GSM no está garantizado para un usuario. Como solamente se cuenta con 31 canales por sector en un entorno GSM típico, si 31 usuarios realizan llamadas en un instante determinado de ese sector, un nuevo usuario que solicite el servicio no lo obtendrá. Su solicitud de llamada será bloqueada y tendrá que reintentar de nuevo. El número fraccionario de solicitudes que no pueden ser atendidas se denomina grado de servicio y se procura tener bajo el 2% en la hora cargada. La hora cargada es la secuencia de 4 intervalos consecutivos de 15 minutos, del día, de la semana, del mes, del año, donde se registra, en promedio, la mayor demanda de servicio. Así, cuando se tiene un grado de servicio del 2% (el 2% de los intentos de llamadas no pueden ser atendidas) en un sistema de 31 canales telefónicos, la máxima utilización por canal de voz es de  $(22,8 \text{ Erlang}/31 \text{ canales}) = 0,735$ , es decir, el canal se puede utilizar efectivamente para transmitir datos sólo el 73,5 % del tiempo, en promedio, a la hora cargada, haciendo uso del calculador [3]. Si el sistema tiene una mayor cantidad de canales disponible, por ejemplo 39 canales, con el mismo grado de servicio del 2% se tiene una utilización por canal de voz de  $(30,05 \text{ Erlang}/39 \text{ canales}) = 0,77$ , es decir cada canal se utiliza el 77% del tiempo, en promedio, a la hora cargada.

En general se tiene que la ecuación es más compleja, puesto que si a una empresa se le otorga un determinado ancho de banda para ofrecer servicios de telefonía móvil, por ejemplo, mediante un sistema GSM, tendrá que dividir el ancho de banda por el número de canales de radiofrecuencia que puede alojar en esa banda. Luego tendrá que determinar cuántos de esos canales de radiofrecuencia quiere asignar por celda (elegir el cluster), a modo de mantener la interferencia co-canal y de canal adyacente a niveles aceptables. Estas prácticas, comunes entre los proveedores de servicios celulares relacionados con la comunicación de voz, también se aplican a otros servicios. El resultado de este ejercicio es que se tendrá un número limitado de canales en un área de servicio (sector de celda).

34

En consecuencia, si se tiene un elevado número de usuarios – como ocurre en una zona urbana con edificaciones en elevación – y una limitada capacidad de canales, conviene limitar la cobertura de la celda. En cambio, en zonas rurales el número de usuarios será muy bajo, se puede extender el área de cobertura de la celda al máximo de lo que permita la tecnología.

*La capacidad de un sistema celular determina el tráfico que puede soportar, ya sea éste de servicios de voz o de datos. Si lo anterior se relaciona con la densidad de usuarios que el proveedor de servicios quiere atender se tendrá que a mayor densidad de usuarios se deberá reducir el área de cobertura para mantener una calidad de servicio aceptable. Esto implica una mayor densidad de estaciones base en el sector.*

##### 5. Desarrollo de Hardware que sustentan las tecnologías

Existe en la actualidad una tendencia a ofrecer cada vez más y variados servicios usando terminales móviles, algunos que consumen gran ancho de banda y otros que no requieren de mucho consumo. Está por ejemplo el mercado de los dispositivos Tablet, iPad, iPod, los que pueden utilizar transferencia de datos via WiFi (ver [4]) o bien hacen uso de tecnologías 3G y 4G. Smartphones hacen uso de esas plataformas y Bluetooth para proveer nuevos tipos de servicios (ver [5]), para ofrecer múltiples servicios. Una de las tendencias tecnológicas que se manifiestan hoy en día es la de proveer servicios móviles sobre celdas cada vez más pequeñas, como ya se señaló en la sección previa, dada la necesidad de proveer servicios que requieren de un mayor ancho de banda en zonas de alta densidad de usuarios. Es decir, hay una tendencia al desarrollo de pico y femto celdas para proveer servicios en zonas urbanas de edificación en altura. Lo anterior no afecta el uso del espectro en sí, porque se trata de redes de relevo de información o bien de reuso del espectro asignado.

Desde un punto de vista de la facilidad relativa de implementación, es más sencillo desarrollar dispositivos amplificadores de radiofrecuencia a frecuencias más bajas, mientras que el diseño de antenas pequeñas y eficientes se logra a frecuencias más altas. Sin embargo, en los terminales móviles se desea que las antenas sean omnidireccionales, lo cual apunta a que el criterio relevante en su diseño es que la mayor cantidad de potencia suministrada sea efectivamente radiada. Esto se logra con mayor facilidad a frecuencias portadoras mayores, ya que el diseño de una antena eficiente está relacionado con la longitud de onda  $\lambda = c/f_c$ . A mayor frecuencia, menor longitud de onda, menor es el tamaño requerido de la antena.

*Desde un punto de vista de las tecnologías, el uso de bandas de frecuencias más bajas tiene ventajas relativas en el diseño de circuitos de radiofrecuencias. En este caso el costo de fabricación de las componentes activas del sistema (amplificadores, conversores de frecuencia, osciladores, etc.) es menor que el costo de las mismas componentes para operar a frecuencias más elevadas. En cambio, el diseño de antenas eficientes pequeñas se logra con mayor facilidad en frecuencias más altas, puesto que esta eficiencia está relacionada con la longitud de onda.*

6. Conclusiones

La idea de poder representar mediante un factor de ponderación la ventaja o desventaja en la asignación de una banda de frecuencias determinada puede resumirse en la siguiente tabla que está basada en los comentarios destacados en cada una de las secciones elaboradas previamente. Se califica de 3 valores extremos y rangos intermedios de valores a cada una de las celdas del siguiente recuadro:

1. 0. Significa que este aspecto no presenta relevancia respecto de la frecuencia de uso.
2. -1. Significa que este aspecto no es favorable al uso de frecuencias portadoras propias de este rango.
3. 1. Significa: este aspecto es favorable para el uso de este rango de frecuencias.

Banda de frecuencias	ancho de banda de coherencia	tiempo de coherencia	Velocidad desplazamiento	cobertura	capacidad (ancho de banda asignable)	desarrollo de HW tecnología	Total
Frecuencias bajas	0	0,8	0,2	0,8	-0,1	0,5	2,2
Frecuencias altas	0	-0,8	-0,2	-0,3	0,6	0,1	-0,6

Los valores que aparecen en la tabla no obedecen a un modelo matemático, sino más bien a una estimación del impacto que tiene cada uno de los parámetros en el uso de una porción relativa del espectro. El ancho de banda de coherencia no es dependiente de la frecuencia portadora que se utilice, por lo cual se asignó un valor 0 a ambas porciones del espectro. Se aprecia de la tabla que las frecuencias más bajas del espectro presentan ventajas respecto de las frecuencias más altas en aspectos tales como el tiempo de coherencia y dependencia de la velocidad de desplazamiento de los terminales móviles. Sin embargo, esto se desprende de una misma relación matemática, ya que el tiempo de coherencia depende directamente de la velocidad de desplazamiento del móvil y de la frecuencia portadora. Por esa razón se asigna un impacto a cada uno de los parámetros de manera que su valor total sea 1 o -1, haciendo la concesión de que interesa reconocer la dependencia de la frecuencia como parámetro de interés. En cobertura hay ventajas de usar frecuencias más bajas

para la mayoría de los casos prácticos, dado que el punto de quiebre de los modelos se ubica normalmente a distancias mayores en ambientes urbanos. Desde el punto de vista de la capacidad, suele haber rangos de frecuencias más amplios disponibles a frecuencias mayores, a menos de que se liberen ciertas bandas, como está ocurriendo en la banda de 700 MHz. Dado que la tendencia tecnológica actual es la de utilizar anchos de banda de transmisión que sean mayores que el ancho de banda de coherencia, es más favorable el uso de los rangos más elevados de frecuencia, resultando en consecuencia más fácil cumplir con una transmisión de banda ancha que evita los desvanecimientos planos y suele haber mayor disponibilidad de espectro. Nuevamente son una excepción a lo anterior los espectros que se liberan por alguna medida de la autoridad, como ocurre en la banda de 700 MHz. Debido a que la capacidad y la tecnología no están vinculados directamente con fenómenos físicos, se ha disminuido el impacto de estos factores.

*La conclusión general es que, efectivamente resulta ser más valioso para un operador adquirir una banda de frecuencia más baja que una elevada. Si se desea expresar esta preferencia en un factor de peso ponderado que haga más atractivo el uso de la banda de 700 MHz respecto de la banda de 3,5 GHz en el cálculo de HHI, por ejemplo, este factor de ponderación debería estar en un rango de 2 a 3 veces.*

#### 7. Referencias para Anexo 1

- [1] T.Rappaport, "Wireless Communications, Principles and Applications, 2nd Ed", Prentice Hall, 2002
- [2] E.Green and M. Hata, "Microcellular propagation measurements in a urban environment" in proc. PIMRC, pp. 324-328, Sept. 1991
- [3] <http://www.erlang.com/calculator/erlb/>
- [4] [http://www.nytimes.com/2011/09/29/technology/amazon-unveils-tablet-that-undercuts-ipads-price.html?\\_r=2&nl=technology&erc=ctb1&pagewanted=print](http://www.nytimes.com/2011/09/29/technology/amazon-unveils-tablet-that-undercuts-ipads-price.html?_r=2&nl=technology&erc=ctb1&pagewanted=print)
- [5] [http://www.nytimes.com/2011/09/22/technology/personaltech/google-virtual-credit-card-can-replace-plastic.html?\\_r=1&nl=technology&erc=cta1&pagewanted=print](http://www.nytimes.com/2011/09/22/technology/personaltech/google-virtual-credit-card-can-replace-plastic.html?_r=1&nl=technology&erc=cta1&pagewanted=print)

Anexo 2: Medidas de Concentración de Espectro

Tabla 5a: Distribución de Espectro y HHI no ponderado (regiones X y XIV)

	Total espectro	Entel	Telefónica	Ciara	Nextel	VTR	Otros	Pendiente
200 MHz (trunking)	25				25			
800 MHz	50		25	25				
900 MHz	20	20						
1800 MHz	20							20
1900 MHz	120	60	30	30				
1700 MHz	120				60	30		30
2300 MHz	90							90
3400 - 3600 MHz	200	100		50			50	
2600 MHz	120							120
1700 MHz	108							108
1910 - 1930 MHz	20						20	
2400 - 2483,5 MHz	83,5						83,5	
<b>Total</b>	<b>977,5</b>	<b>180</b>	<b>35</b>	<b>105</b>	<b>86</b>	<b>30</b>	<b>153,5</b>	<b>368</b>
Total ajustado	977,50	180,00	55,00	105,00	86,00	30,00	153,50	368,00
Total ya asignado ajustado	609,50							
Market share ajustado		29,5%	5,0%	17,2%	14,1%	4,9%	25,2%	
HHI	2108							
<b>Escenario 1 (caso menos favorable)</b>								
Total ajustado	977,5	548,0	55,0	105,0	86,0	30,0	153,5	
Market share		56,1%	5,6%	10,7%	8,8%	3,1%	15,7%	
HHI escenario 1	3623							
<b>Escenario 2 (caso poco favorable factible)</b>								
Total ajustado	977,5	302,7	55,0	227,7	208,7	30,0	153,5	
Market share		31,0%	5,6%	23,3%	21,3%	3,1%	15,7%	
HHI escenario 2	2245							

38

Tabla 5b: Distribución de Espectro y HHI no ponderado (regiones XI y XII)

	Total espectro	Entel	Telefónica	Claro	Nextel	VTR	Otros	Pendiente
800 MHz (trunking)	25				26			
800 MHz	50		25	25				
900 MHz	20	20						
1800 MHz	20							20
1900 MHz	120	60	30	30				
1700 MHz	120				60	30		30
2300 MHz	90							90
3400 - 3600 MHz	200	100	50	50				
2600 MHz	120							120
700 MHz	108							108
1910 - 1930 MHz	20						20	
2400 - 2483,5 MHz	83,5						83,5	
Total	977,5	180	105	105	86	30	103,5	368
Total ajustado	377,50	180,00	105,00	105,00	86,00	30,00	103,50	368,00
Total ya asignado ajustado	609,50							
Market share ajustado		29,5%	17,2%	17,2%	14,1%	4,9%	17,0%	
HHI	1977							
<b>Escenario 1 (caso menos favorable)</b>								
Total ajustado	977,5	548,0	105,0	105,0	86,0	30,0	103,5	
Market share		56,1%	10,7%	10,7%	8,8%	3,1%	10,6%	
HHI escenario 1	3573							
<b>Escenario 2 (caso poco favorable factible)</b>								
Total ajustado	977,5	302,7	227,7	227,7	86,0	30,0	103,5	
Market share		31,0%	23,3%	23,3%	8,8%	3,1%	10,6%	
HHI escenario 2	2243							

Tabla 7a: Distribución de Espectro y HHI ponderado (regiones X y XIV)

	Total espectro	ponderador	Entel	Telefónica	Claro	Nextel	VTR	Otros	Pendientes
800 MHz (trunking)	26	0,95				26			
800 MHz	50	0,95		25	25				
900 MHz	20	0,90	20						
1800 MHz	20	0,59							20
1900 MHz	120	0,67	60	30	30				
1700 MHz	120	0,70				60	30		30
2300 MHz	90	0,62							90
3400 - 3600 MHz	200	0,53	100		50			50	
2600 MHz	120	0,59							120
700 MHz	108	1,00							108
1910 - 1930 MHz	20	0,67						20	
2400 - 2483,5 MHz	83,5	0,61						83,5	
Total	977,5		180	55	105	86	30	103,5	368
Total ajustado	672,40		110,86	48,82	70,09	56,72	21,04	90,21	269,66
Total ya asignado ajustado	402,74								
Market share ajustado			27,5%	10,9%	17,4%	16,6%	5,2%	22,4%	
HHI	1982								
<b>Escenario 1 (caso menos favorable)</b>									
Total ajustado	672,4		380,5	48,8	70,1	56,7	21,0	90,2	
Market share			56,6%	6,5%	10,4%	9,9%	1,1%	13,4%	
HHI escenario 1	3642								
<b>Escenario 2 (caso poco favorable factible)</b>									
Total ajustado	672,4		200,7	48,8	100,0	156,6	31,0	90,2	
Market share			29,3%	6,5%	23,8%	23,3%	5,1%	13,4%	
HHI escenario 2	2232								

Tabla 7b: Distribución de Espectro y HHI ponderado (regiones XI y XII)

	Total espectro	ponderador	Entel	Telefónica	Claro	Nexiel	V.R	Otros	Pendiente
800 MHz (trunking)	26	0,95				26			
800 MHz	50	0,95		25	25				
900 MHz	20	0,50	20						
1800 MHz	20	0,69							20
1900 MHz	120	0,67	60	30	30				
1700 MHz	120	0,70				60	20		30
2300 MHz	90	0,62							90
3400 - 3600 MHz	200	0,59	100	50	50				
2600 MHz	120	0,59							120
700 MHz	108	1,00							108
1910 - 1930 MHz	20	0,67						20	
2400 - 2483,5 MHz	83,5	0,61						83,5	
Total	977,5		180	105	105	86	30	103,5	368
Total ajustado	672,40		110,86	70,09	70,09	66,72	21,04	83,95	269,66
Total ya asignado ajustado	402,74								
Market share ajustado			27,5%	17,4%	17,4%	18,6%	5,2%	15,9%	
HHI	1917								
Escenario 1 (caso menos favorable)									
Total ajustado	672,4		98,5	70,1	70,1	66,7	21,0	63,8	
Market share			26,6%	10,4%	10,4%	9,9%	3,1%	9,5%	
HHI escenario 1	3619								
Escenario 2 (caso poco favorable (artificial))									
Total ajustado	672,4		200,7	160,0	160,0	66,7	21,0	63,9	
Market share			29,9%	23,8%	23,8%	9,9%	3,1%	9,5%	
HHI escenario 2	2222								

### Anexo 3: Experiencias de Spectrum Caps

En este Anexo se revisará la experiencia de distintos países en materia de spectrum caps y cómo algunos de ellos han evolucionado hacia sistemas más flexibles. La revisión fundamental es de Little (2009), pero se han incluido algunas actualizaciones y desarrollos recientes cuando resultó pertinente.

#### a. EE.UU:

- Los caps fueron introducidos a mediados de la década de los 90, y se han removido progresivamente ya que la Federal Communications Commission (FCC), habría concluido que el mercado de telefonía móvil se ha vuelto cada vez más competitivo.
- Estos caps eran vistos como un mecanismo efectivo para asegurar competencia en las etapas tempranas del mercado de telefonía móvil.
- Una variación interesante de los caps, implementada en EE.UU., es un límite de tenencia de espectro por sobre el cual éstas podrían ser revisadas por potenciales problemas de competencia. En particular, en las licitaciones de espectro de 2006 y 2008, este límite fue de 75 y 95 MHz, respectivamente.
- Este método de "screening guidelines"<sup>21</sup> tendría como ventaja, justamente, permitir a la autoridad decidir con flexibilidad cuándo es necesario aplicar estrictamente el límite de tenencia, dependiendo de las circunstancias particulares de cada caso. El problema de este sistema radicaría en que se podría interpretar como un grado de discrecionalidad, lo que podría ser utilizado por las partes para discutir eventuales decisiones sobre el cumplimiento de los límites.

#### b. Canadá:

- Al igual que EE.UU., los caps introducidos a mediados de los años 90 han sido progresivamente relajados y luego retirados.
- En 2004, los spectrum caps fueron removidos, argumentando que su utilidad para limitar la concentración, era menos relevante. La autoridad reguladora, el Industry Canada (IC), sostuvo que los caps habían sido una herramienta efectiva para fomentar la competencia en los móviles, pero que el ambiente regulatorio había cambiado, incluyendo un uso más flexible del espectro.

---

<sup>21</sup> Little (2009), pág. 27.

- Entre otras, la diferencia más importante con la experiencia de EE.UU. es la implementación de "set-aside spectrum" para nuevos entrantes. En la licitación de 2008 de Advanced Wireless Services (AWS, 1.7/2.1GHz), 40 MHz de 105 MHz en oferta fueron reservados para nuevos entrantes, definidos como aquellos que tenían una participación del mercado nacional de servicios inalámbricos de menos del 10%.<sup>22</sup>

c. Reino Unido:

- En el Reino Unido, la competencia en el mercado de móviles se ha fomentado mediante la emisión de licencias separadas en vez de la imposición de caps. Recientemente, el regulador, Ofcom, se manifestó a favor de relajar las restricciones de uso de espectro, pero permitiendo caps específicos a las bandas.
- Este tipo de cap hace referencia a una banda específica, sin tener relación necesariamente con un límite de tenencia para el total.

Actualmente, en el Reino Unido no existe un cap por el total, pero se planea poner un cap sobre el espectro que los operadores pueden concentrar en la próxima licitación de LTE que se llevaría a cabo a principios del 2012 (bandas 800 MHz y 2.6 GHz).<sup>23</sup> El mercado reconoce el uso de spectrum caps como una herramienta controversial, por cuanto interfiere con una asignación que vaya al oferente que valora más el recurso, pero esta interferencia puede ser necesaria para cuidar la competitividad en mercados finales. Con todo, el regulador ha optado por flexibilizar las políticas de spectrum caps agregadas en favor de "general competition policy."

d. Otros países europeos:

- En Noruega, la última licitación de noviembre de 2007, incluyó "band-specific caps" que se implementaron como límites a las ofertas.
- En Suecia, la última licitación de 2008 incluyó un "band-specific cap" de 140 MHz.
- En la próxima licitación de LTE en España también habrá límites al espectro que cada operador podrá adquirir.

<sup>22</sup> Para una descripción detallada, ver <http://www.ic.gc.ca/cic/site/smt-gst.nsf/eng/sf08833.html>

<sup>23</sup> <http://media.ofcom.org.uk/2011/03/22/ofcom-prepares-for-4g-mobile-auction/> y <http://www.fiercewireless.com/europe/story/ofcom-imposes-spectrum-caps-lte-auction-splitting-operators/2011-03-23>

42

- En Francia se discute la pertinencia del cap en la licitación LTE, en el mismo estilo de lo normado en Gran Bretaña y España.<sup>24</sup>

e. India:

- India presenta uno de las regulaciones más estrictas para el espectro. Ésta incluye caps muy restringidos comparados con otros países, obligaciones de cobertura y fees importantes a los ingresos.
- Con el tiempo, se han restringido aún más los límites que puede tener cada compañía.
- Adicionalmente, el espectro que puede mantener una compañía está directamente relacionado con la tecnología que utiliza y nuevos espectros son asignados en base al número de suscriptores que posee. Por ejemplo, en 2008, el cap para 2G era de 15 MHz para operadores de GSM y de 7.5 MHz para operadores de CDMA, bajo la premisa que CDMA es más eficiente en el uso de espectro.
- Al 2009 se discutía una nueva ola de reformas para el sector, motivadas en parte por acusaciones de corrupción en el sector de telecomunicaciones. En efecto, la Comisión de Telecomunicaciones ha aceptado las propuestas de la autoridad regulatoria (TRAI), que incluyen un nuevo esquema para los caps. Estas recomendaciones incluyen un nuevo límite de 6.2MHz para operadores de GSM y de 5MHz para operadores de CDMA. No obstante, incluye una opción de mantener exceso de espectro mediante el pago de un fee que estaría relacionado con los precios pagados por las frecuencias de 3G en la licitación que se llevó a cabo en mayo 2011.<sup>25</sup>

f. Brasil:

- En diciembre 2007, se realizó una licitación de espectro de 2.1 GHz, después de lo cual, se modificó el cap existente de 50 MHz a 80 MHz por operador. La autoridad, Anatel, habría aplicado esta medida, para permitir el desarrollo de nuevos servicios que requieran de mayor espectro.

<sup>24</sup> Ver <http://www.4gtrends.com/articles/30640/report-french-operators-lobby-for-lte-spectrum-cap/>

<sup>25</sup> No fue posible acceder a los documentos oficiales por encontrarse deshabilitados los links en Internet a la fecha de acceso (03 de octubre de 2011). No obstante, la dirección web de la autoridad regulatoria donde estos estarían publicados es: [http://www.trai.gov.in/PressReleases\\_content.asp](http://www.trai.gov.in/PressReleases_content.asp)). No obstante, se puede ver artículos de prensa como: <http://www.rethink-wireless.com/2011/08/03/india-adopting-plan-2g-spectrum-caps.htm>.

- Dos puntos interesantes son que, todos los adjudicatarios de esa licitación fueron compañías existentes y que éstas están sujetas a obligaciones de "roll-out" y cobertura orientadas a cumplir con cobertura universal en telefonía móvil.
- En 2011, Anatel habría aprobado un plan para asignar licencias para servicios de banda ancha en la banda de 3.5GHz con tecnología WiMAX.<sup>26</sup>

g. Argentina:

- Un cap agregado de 50 MHz por operador –regional- funcionó desde 1998. Movistar fue obligado, por la Comisión de Defensa de la Competencia (CNDC), a devolver 35 MHz de espectro luego de su adquisición de BellSouth en 2005.
- Se contempla para el segundo semestre de 2011 una nueva licitación de espectro, de la parte devuelta por Movistar.<sup>27</sup>
- En las nuevas licitaciones de espectro 4G el cap agregado de 50 MHz no se aplicará por tratarse de servicios AWS considerados no afectos al cap. No está claro si existirá límites al espectro que cada operador se pueda adjudicar en el proceso (band specific cap).

h. Colombia:

- En 2004, el Ministerio de Comunicaciones introdujo un cap agregado de 40 MHz por operador, siendo uno de los más restrictivos en América Latina. No obstante, algunas compañías han obtenido cupo adicional con el compromiso de extender la cobertura.
- Luego, se modificó el cap y actualmente rige un tope de 55 MHz.
- En Agosto de 2011 se realizó una subasta de espectro en la banda de 1900 MHz.
- Actualmente, el máximo asignado a un mismo operador es de 50 MHz, por debajo del límite vigente.<sup>28</sup>

<sup>26</sup> <http://www.telegenography.com/products/commsupdate/articles/2011/05/09/anatel-approves-plan-to-sell-3-5ghz-wimax-licences/>

<sup>27</sup> El llamado a licitación se encuentra disponible en: <http://www.secom.gob.ar/index.php?pageid=13&noticiald=9139>, mientras que un análisis de la medida está en <http://www.telesemana.com/blog/2011/05/16/la-secom-finalmente-licitara-los-sobrantes-de-800-mhz-y-1900-mhz-a-nivel-nacional/>

<sup>28</sup> <http://www.mintic.gov.co/index.php/mn-news/251-subastaespectro10ago2011>

64

## Anexo 4: Uso de Ancho de Banda de la Tecnología LTE

### Informe Técnico

Preparado por Walter Grote, Depto. Electrónica UTFSM

El estándar LTE se puede utilizar con muchas bandas de frecuencia diferentes. Están planificadas las bandas de 700 y 1700 MHz en América del Norte, 800, 1800, 2600 MHz en Europa, 1800 y 2600 MHz en Asia, y 1800 MHz en Australia. En consecuencia, al igual que un teléfono de cuatro bandas GSM, los usuarios capaces de realizar roaming internacional tendrán un teléfono 4G LTE multi-banda.

La asignación de espectro de LTE puede realizarse en formato FDD (Frequency Division Duplex) o TDD (Time Division Duplex). La modalidad FDD requiere de un par de bandas espectrales, una para el enlace ascendente (del terminal móvil hacia la estación base) y una para el enlace descendente (de la estación base hacia el terminal móvil) mientras que TDD requiere una sola banda, dado que el enlace ascendente y el descendente se encuentran en la misma frecuencia, pero separados en el tiempo. Como resultado de ello, existen diferentes asignaciones de bandas de LTE TDD y FDD. En algunos casos, estas bandas pueden solaparse, por lo que es factible, aunque es poco probable que transmisiones tanto TDD y FDD puedan estar presentes en una banda de frecuencias LTE en particular. Es el terminal móvil el encargado de detectar qué tipo de transmisión se está haciendo en una banda LTE en particular, en donde se encuentre ubicado en ese instante.

No ha sido posible uniformar globalmente las asignaciones de banda de LTE, debido a las regulaciones disímiles en diferentes países. En algunos casos, las bandas se superponen. Esto significa que la itinerancia con LTE pueden tener algunas limitaciones, ya que no todos los terminales serán capaces de acceder a las mismas frecuencias. En la actualidad las bandas de LTE entre 1 y 22 son FDD, y las bandas de LTE entre 33 y 41 son TDD. Se puede hacer los siguientes comentarios respecto de estas asignaciones:

- LTE Banda 1: Esta es una de las bandas que se definió para el UTRA 3G y 3GPP Rel 99.
- LTE Banda 4: Esta banda de LTE se presentó como una nueva banda para las Américas en la Cumbre (Administrativa) Mundial de la Conferencia de Radiocomunicaciones, CMR-2000. Esta conferencia es la que determina los acuerdos internacionales de la asignación del espectro. La bajada de la banda 4 se superpone con la bajada de la Banda 1. Esto facilita el roaming.

- LTE Banda 9: Esta banda es sólo para uso en Japón y se superpone con la banda de 3, pero tiene diferentes límites de banda. Esto permite itinerancia más fácilmente, y muchos terminales se definen de tal manera que son de doble banda 3 + 9.
- LTE Banda 10: Esta banda es una extensión de la banda 4 y puede no estar disponibles en todas partes. Proporciona un aumento de ancho de banda de 45 a 60 MHz de canales pareados FDD.
- LTE Banda 11 y 21: la banda se identifica como una banda japonesa a "1500 MHz" por el 3GPP, pero también se asigna a nivel mundial para el servicio móvil en "base co-principal".
- LTE Banda 12: Esta banda fue utilizado previamente para la difusión y ha sido puesto en libertad como resultado del "Dividendo Digital".
- LTE Banda 13, 14 y 17: Estas bandas fueron utilizadas previamente para la difusión y ha sido puesto en libertad como resultado de la "dividendo digital". En la banda 13, la configuración de asignaciones dúplex se invierte a partir de la práctica común, con la frecuencia de enlace de subida en la banda más alta.
- LTE Banda 15 y 16: Estas bandas de LTE han sido definidas por el organismo ETSI para su uso en Europa, pero esto no ha sido adoptado por 3GPP. Esta banda combina dos bandas TDD para proporcionar una banda nominal de FDD.
- LTE Banda 20 y 24: La configuración de FDD se invierte respecto de la práctica normal, con la banda de subida en frecuencia de enlace más alta.
- LTE Banda 33 y 34: Estas fueron una de las bandas definidas con espectro desapareado en el Release 99 de las especificaciones 3GPP.
- Banda LTE 38: Esta banda se encuentra en el espacio central de la banda entre los pares de enlace ascendente y descendente de la LTE banda 7.

946

LTE BAND NUMBER	UPLINK (MHZ)	DOWNLINK (MHZ)	WIDTH OF BAND (MHZ)	DUPLEX SPACING (MHZ)	BAND GAP (MHZ)
1	1920 - 1980	2110 - 2170	60	190	130
2	1850 - 1910	1930 - 1990	60	80	20
3	1710 - 1785	1805 - 1880	75	95	20
4	1710 - 1755	2110 - 2155	45	400	355
5	824 - 849	869 - 894	25	45	20
6	830 - 840	875 - 885	10	35	25
7	2500 - 2570	2620 - 2690	70	120	50
8	880 - 915	925 - 960	35	45	10
9	1749.9 - 1764.9	1844.9 - 1879.9	35	95	60
10	1710 - 1770	2110 - 2170	60	400	340
11	1427.9 - 1452.9	1475.9 - 1500.9	20	48	28
12	698 - 716	728 - 746	18	30	12
13	777 - 797	746 - 756	10	-31	41
14	788 - 798	758 - 768	10	-30	40
15	1900 - 1920	2600 - 2620	20	700	680
16	2010 - 2025	2565 - 2600	15	575	560
17	704 - 716	734 - 746	12	30	18
18	815 - 830	860 - 875	15	45	30
19	830 - 845	875 - 890	15	45	30
20	832 - 862	791 - 821	30	-41	71
21	1447.9 - 1462.9	1495.5 - 1510.9	15	48	33
22	3410 - 3500	3510 - 3600	90	100	10
23	2000 - 2020	2180 - 2200	20	180	160
24	1625.5 - 1660.5	1525 - 1559	34	-102.5	135.5
25	1850 - 1915	1930 - 1995	65	80	15

LTE BAND NUMBER	ALLOCATION (MHZ)	WIDTH OF BAND (MHZ)
33	1900 - 1920	20
34	2010 - 2025	15
35	1850 - 1910	60
36	1930 - 1990	60
37	1910 - 1930	20
38	2570 - 2620	50
39	1880 - 1920	40
40	2300 - 2400	100
41	2496 - 2690	194
42	3400 - 3600	200
43	3600 - 3800	200

Sin embargo, en comparación con WCDMA, LTE permite el uso de bandas de espectro tan pequeñas como 1,4 MHz y tan grandes como 20 MHz (los valores estandarizados son 1,4 MHz, 3 MHz, 5 MHz, 10 MHz, 15 MHz y 20 MHz) y es compatible con transmisión dúplex por división de frecuencia (FDD) y dúplex por división de tiempo (TDD). En cambio, W-CDMA requiere bandas contiguas de 5 MHz. En consecuencia, es posible utilizar anchos de banda menores en LTE que en W-CDMA, siendo el menor valor 1,4 MHz (que incluye bandas de resguardo de frecuencias, siendo el ancho de banda de transmisión nominal de 1,25 MHz). 3GPP establece que los otros anchos de banda son 3 MHz, 5 MHz, 10 MHz, 15 MHz y 20 MHz con valores nominales de transmisión son 2,5 MHz, 5 MHz, 10 MHz, 15 MHz y 20 MHz.

La banda de frecuencia de 900 MHz que LTE recomienda para las zonas rurales, considera un tamaño de celda óptimo de 5 km con 200 clientes de datos activos para ofrecer un buen servicio. Tamaños de celda de 30 kms se cubrirían con un rendimiento razonable, y tamaños de celda de hasta 100 kms serían soportados con rendimiento aceptable. En las zonas urbanas, se considera un aumento de las bandas de frecuencia (por ejemplo, en la UE se utilizan las bandas de 2,6 GHz para apoyar a la banda ancha móvil de alta velocidad). En este caso, los tamaños de celda pueden ser de 1 km o incluso menos.

Referencias Anexo 4

1. <http://www.3gpp.org/LTE>
2. <http://www.radio-electronics.com/info/cellular/telecomms/lte-long-term-evolution/lte-frequency-spectrum.php>



Tipo Norma : Resolución 3915 EXENTA  
 Fecha Publicación : 15-10-2013  
 Fecha Promulgación : 11-10-2013  
 Organismo : MINISTERIO DE TRANSPORTES Y TELECOMUNICACIONES;  
 SUBSECRETARÍA DE TELECOMUNICACIONES  
 Título : MODIFICA RESOLUCIÓN N° 479 EXENTA, DE 2005  
 Tipo Versión : Unica De : 15-10-2013  
 Inicio Vigencia : 15-10-2013  
 Id Norma : 1055082  
 URL : <http://www.leychile.cl/N?i=1055082&f=2013-10-15&p=>

## MODIFICA RESOLUCIÓN N° 479 EXENTA, DE 2005

Santiago, 11 de octubre de 2013.- Con esta fecha se ha resuelto lo que sigue:  
 Núm. 3.915 exenta.- Vistos:

- El decreto ley N° 1.762 de 1977, que creó la Subsecretaría de Telecomunicaciones;
- La Ley N° 18.168, de 1982, General de Telecomunicaciones;
- El decreto supremo N° 127, de 2006, del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, que aprobó el Plan General de Uso del Espectro Radioeléctrico, y sus modificaciones;
- La resolución exenta N° 479, de 2005, modificada por las resoluciones exentas N° 733 de 2007, N° 4.777 de 2009 y N° 8 de 2010, todas de la Subsecretaría de Telecomunicaciones, que fija la norma técnica para el uso de las bandas de frecuencias 2.496 - 2.572 MHz; 2.572 - 2.614 MHz y 2.614 - 2.590 MHz;
- La resolución N° 1.600 de 2008, de la Contraloría General de la República, que fijó normas sobre exención del trámite de toma de razón, y

Considerando: La necesidad de administrar eficientemente la utilización del espectro radioeléctrico, y en uso de mis atribuciones legales,

Resuelvo:

Artículo Único.- Modifíquese la resolución exenta N° 479, de 2005, citada en la letra d) de los Vistos, en el siguiente sentido:

- Reemplácese en el artículo 5° el texto "la distribución de los bloques de frecuencias se definirá dependiendo de la evolución tecnológica y recomendaciones o acuerdos de organismos internacionales. El tipo de servicio será definido en las bases del respectivo concurso público." por "la canalización será la que se indica en el siguiente cuadro:

Bandas de Frecuencias Transmisión Móviles (MHz)	Bandas de Frecuencias Transmisión Bases (MHz)
2.505 - 2.510	2.625 - 2.630
2.510 - 2.515	2.630 - 2.635
2.515 - 2.520	2.635 - 2.640
2.520 - 2.525	2.640 - 2.645
2.525 - 2.530	2.645 - 2.650
2.530 - 2.535	2.650 - 2.655
2.535 - 2.540	2.655 - 2.660
2.540 - 2.545	2.660 - 2.665
2.545 - 2.550	2.665 - 2.670
2.550 - 2.555	2.670 - 2.675
2.555 - 2.560	2.675 - 2.680
2.560 - 2.565	2.680 - 2.685

Las bandas de frecuencias 2.500 - 2.505 MHz, 2.565 - 2.572 MHz, 2.620 - 2.625 MHz y 2.685 - 2.690 MHz estarán destinadas a bandas de guarda.

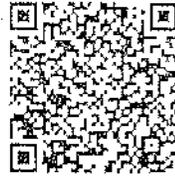
El tipo de servicio será definido en las bases del respectivo concurso público."

Biblioteca del Congreso Nacional de Chile



Legislación chilena

Anótese y publíquese en el Diario Oficial.- Jorge Atton Palma, Subsecretario de Telecomunicaciones.  
Lo que transcribo para su conocimiento.- Saluda atentamente a Ud., Geraldine González Santibañez, Jefe División Regulatoria y Estudios.



Tipo Norma : Resolución 3916 EXENTA  
 Fecha Publicación : 15-10-2013  
 Fecha Promulgación : 11-10-2013  
 Organismo : MINISTERIO DE TRANSPORTES Y TELECOMUNICACIONES;  
 SUBSECRETARÍA DE TELECOMUNICACIONES  
 Título : MODIFICA NORMA TÉCNICA PARA EL USO DE LA BANDA DE  
 FRECUENCIAS DE 700 MHz  
 Tipo Versión : Única De : 15-10-2013  
 Inicio Vigencia : 15-10-2013  
 Id Norma : 1055083  
 URL : <http://www.leychile.cl/N?i=1055083&f=2013-10-15&p=>

**MODIFICA NORMA TÉCNICA PARA EL USO DE LA BANDA DE FRECUENCIAS DE 700 MHz**

Santiago, 11 de octubre de 2013.- Con esta fecha se ha resuelto lo que sigue:  
 Núm. 3.916 exenta.- Vistos:

- a) El decreto ley N° 1.762 de 1977, que creó la Subsecretaría de Telecomunicaciones;
- b) La Ley N° 18.168, General de Telecomunicaciones;
- c) El decreto supremo N° 127 de 2005, del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, que aprobó el Plan General de Uso del Espectro Radioeléctrico, y sus modificaciones;
- d) La resolución exenta N° 265 de 2013, de la Subsecretaría de Telecomunicaciones, que fijó la norma técnica para el uso de la banda de frecuencias de 700 MHz;
- e) La resolución N° 1.600 de 2008, de la Contraloría General de la República, que fijó normas sobre exención del trámite de toma de razón; y

Considerando: La necesidad de administrar eficientemente la utilización del espectro radioeléctrico, y en uso de mis atribuciones legales,

Resuelvo:

Artículo Único.- Modifíquese la resolución exenta N° 265, de 2013, citada en la letra d) de los Vistos, en el siguiente sentido:

- Reemplácese el cuadro del artículo 1° por el siguiente:

Bandas de Frecuencias de Transmisión Estaciones Terminales de Usuario (MHz)	Bandas de Frecuencias Transmisión Estaciones Base (MHz)
703 - 708	758 - 763
708 - 713	763 - 768
713 - 718	768 - 773
718 - 723	773 - 778
723 - 728	778 - 783
728 - 733	783 - 788
733 - 738	788 - 793
738 - 743	793 - 798
743 - 748	798 - 803

Anótese y publíquese en el Diario Oficial.- Jorge Atton Palma, Subsecretario

Biblioteca del Congreso Nacional de Chile



Legislación chilena

de Telecomunicaciones.

Lo que transcribo para su conocimiento.- Saluda atentamente a Ud., Geraldine González Santibáñez, Jefe División Política Regulatoria y Estudios.



Tipo Norma : Resolución 4461 EXENTA  
 Fecha Publicación : 22-11-2013  
 Fecha Promulgación : 15-11-2013  
 Organismo : MINISTERIO DE TRANSPORTES Y TELECOMUNICACIONES;  
 SUBSECRETARÍA DE TELECOMUNICACIONES  
 Título : MODIFICA RESOLUCIÓN N° 1.117 EXENTA, DE 1995  
 Tipo Versión : Única De : 22-11-2013  
 Inicio Vigencia : 22-11-2013  
 Id Norma : 1056505  
 URL : <http://www.leychile.cl/N?i=1056505&i=2013-11-22&p=>

**MODIFICA RESOLUCIÓN N° 1.117 EXENTA, DE 1995**

Santiago, 15 de noviembre de 2013.- Con esta fecha se ha resuelto lo que sigue: Núm. 4.461 exenta.- Vistos:

- a) El decreto ley N° 1.762 de 1977, que creó la Subsecretaría de Telecomunicaciones;  
 b) La Ley N° 18.168 de 1982, General de Telecomunicaciones;  
 c) El decreto supremo N° 127 de 2006, del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, que aprobó el Plan General de Uso del Espectro Radioeléctrico, y sus modificaciones;  
 d) La resolución exenta N° 1.117 de 1995, modificada por la resolución exenta N° 4.477 de 2010, ambas de la Subsecretaría de Telecomunicaciones, que fija la norma técnica para el servicio público de telefonía móvil digital 1900;  
 e) La resolución N° 1.600 de 2008, de la Contraloría General de la República, que fijó normas sobre exención del trámite de toma de razón, y

Considerando: La necesidad de administrar eficientemente la utilización del espectro radioeléctrico; y, en uso de mis atribuciones legales,

Resuelvo:

Artículo Único.- Modifíquese la resolución exenta N° 1.117 de 1995 citada en la letra d) de los Vistos, en el siguiente sentido:

1. Reemplácese el cuadro del artículo 2° por el siguiente:

Bloques	Bandas de Frecuencias Transmisión Terminales (MHz)	Bandas de Frecuencias Transmisión Bases (MHz)
	Sub-bloques	Sub-bloques
A	A <sub>1</sub> : 1.850-1.855	A <sub>1</sub> : 1.930-1.935
	A <sub>2</sub> : 1.855-1.860	A <sub>2</sub> : 1.935-1.940
	A <sub>3</sub> : 1.860-1.865	A <sub>3</sub> : 1.940-1.945
B	B <sub>1</sub> : 1.870-1.875	B <sub>1</sub> : 1.950-1.955
	B <sub>2</sub> : 1.875-1.880	B <sub>2</sub> : 1.955-1.960
	B <sub>3</sub> : 1.880-1.885	B <sub>3</sub> : 1.960-1.965
C	C <sub>1</sub> : 1.895-1.900	C <sub>1</sub> : 1.975-1.980
	C <sub>2</sub> : 1.900-1.905	C <sub>2</sub> : 1.980-1.985
	C <sub>3</sub> : 1.905-1.910	C <sub>3</sub> : 1.985-1.990

2. Elimínese en el artículo 2° el texto "En una misma área geográfica el servicio podrá ser suministrado hasta por tres concesionarias."

Anótese y publíquese en el Diario Oficial.- Jorge Atton Palma, Subsecretario de Telecomunicaciones.

Biblioteca del Congreso Nacional de Chile



Legislación chilena

Lo que transcribo para su conocimiento.- Saluda atentamente a Ud., Geraldine González Santibáñez, Jefe División Política Regulatoria y Estudios.



Tipo Norma : Resolución 4462 EXENTA  
Fecha Publicación : 22-11-2013  
Fecha Promulgación : 15-11-2013  
Organismo : MINISTERIO DE TRANSPORTES Y TELECOMUNICACIONES;  
SUBSECRETARÍA DE TELECOMUNICACIONES  
Título : MODIFICA RESOLUCIÓN N° 1.498 EXENTA, DE 1999  
Tipo Versión : Unica De : 22-11-2013  
Inicio Vigencia : 22-11-2013  
Id Norma : 1056506  
URL : <http://www.leychile.cl/N?i=1056506&f=2013-11-22&p=>

MODIFICA RESOLUCIÓN N° 1.498 EXENTA, DE 1999

Santiago, 15 de noviembre de 2013.- Con esta fecha se ha resuelto lo que sigue:  
Núm. 4.462 exenta.- Vistos:

- a) El decreto ley N° 1.762 de 1977, que creó la Subsecretaría de Telecomunicaciones;
- b) La ley N° 18.168 de 1982, General de Telecomunicaciones;
- c) El decreto supremo N° 127 de 2006, del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, que aprobó el Plan General de Uso del Espectro Radioeléctrico, y sus modificaciones;
- d) La resolución exenta N° 1.498 de 1999, modificada por las resoluciones exentas N° 1.496 de 2000, N° 901 de 2003, N° 860 de 2007, N° 72 de 2008 y N° 6.554 de 2010, todas de la Subsecretaría de Telecomunicaciones, que fija la norma técnica para el servicio público telefónico local inalámbrico en la banda de frecuencias 3.400 - 3.600 MHz;
- e) La resolución N° 1.600 de 2008, de la Contraloría General de la República, que fijó normas sobre exención del trámite de toma de razón, y

Considerando: La necesidad de administrar eficientemente la utilización del espectro radioeléctrico; y, en uso de mis atribuciones legales,

Resuelvo:

Artículo Único.- Modifíquese la resolución exenta N° 1.498, de 1999, citada en la letra d) de los Vistos, en el siguiente sentido:

1. Reemplácese el cuadro del artículo 2° por el siguiente:



Bloques	Bandas de Frecuencias Transmisión Terminales (MHz) Sub-bloques	Bandas de Frecuencias Transmisión Bases (MHz) Sub-bloques
A	A <sub>1</sub> : 3.400 - 3.405 A <sub>2</sub> : 3.405 - 3.410 A <sub>3</sub> : 3.410 - 3.415 A <sub>4</sub> : 3.415 - 3.420 A <sub>5</sub> : 3.420 - 3.425	A <sub>1</sub> : 3.500 - 3.505 A <sub>2</sub> : 3.505 - 3.510 A <sub>3</sub> : 3.510 - 3.515 A <sub>4</sub> : 3.515 - 3.520 A <sub>5</sub> : 3.520 - 3.525
B	B <sub>1</sub> : 3.425 - 3.430 B <sub>2</sub> : 3.430 - 3.435 B <sub>3</sub> : 3.435 - 3.440 B <sub>4</sub> : 3.440 - 3.445 B <sub>5</sub> : 3.445 - 3.450	B <sub>1</sub> : 3.525 - 3.530 B <sub>2</sub> : 3.530 - 3.535 B <sub>3</sub> : 3.535 - 3.540 B <sub>4</sub> : 3.540 - 3.545 B <sub>5</sub> : 3.545 - 3.550
C	C <sub>1</sub> : 3.450 - 3.455 C <sub>2</sub> : 3.455 - 3.460 C <sub>3</sub> : 3.460 - 3.465 C <sub>4</sub> : 3.465 - 3.470 C <sub>5</sub> : 3.470 - 3.475	C <sub>1</sub> : 3.550 - 3.555 C <sub>2</sub> : 3.555 - 3.560 C <sub>3</sub> : 3.560 - 3.565 C <sub>4</sub> : 3.565 - 3.570 C <sub>5</sub> : 3.570 - 3.575
D	D <sub>1</sub> : 3.475 - 3.480 D <sub>2</sub> : 3.480 - 3.485 D <sub>3</sub> : 3.485 - 3.490 D <sub>4</sub> : 3.490 - 3.495 D <sub>5</sub> : 3.495 - 3.500	D <sub>1</sub> : 3.575 - 3.580 D <sub>2</sub> : 3.580 - 3.585 D <sub>3</sub> : 3.585 - 3.590 D <sub>4</sub> : 3.590 - 3.595 D <sub>5</sub> : 3.595 - 3.600

2. Elimínese en el artículo 4° el texto "En una misma zona geográfica el servicio podrá ser suministrado hasta por cuatro concesionarias."

Anótese, publíquese en el Diario Oficial.- Jorge Atton Palma, Subsecretario de Telecomunicaciones.

Lo que transcribo para su conocimiento.- Saluda atentamente a Ud., Geraldine González Santibáñez, Jefe División Política Regulatoria y Estudios.



Tribunal de Defensa de  
la Libre Competencia