

CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DOCENCIA ECONÓMICAS, A.C.



**IMPACTOS DE LA FLEXIBILIZACIÓN EN LA ASIGNACIÓN DEL
ESPECTRO RADIOELÉCTRICO**

TESINA

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE

MAESTRO EN ECONOMÍA

PRESENTA

VIVIANA PATRICIA BLANCO BARBOZA

DIRECTOR DE LA TESINA: ROBERTO MUÑOZ LAGOS

MÉXICO, D.F. NOVIEMBRE 2005

ÍNDICE

Introducción	2
Capítulo I Mecanismos de asignación de espectro	6
1. <i>Definición de licencia</i>	6
2. <i>Mecanismos de Asignación</i>	8
3. <i>Liberalización versus Centralización</i>	21
	28
Capítulo II Análisis Teórico	
1. <i>Planteamiento general</i>	30
2. <i>Modelo 1: Espectro asignado a un servicio</i>	30
3. <i>Modelo 2: Espectro asignado a una firma</i>	32
4. <i>Modelo 3: Espectro asignado por el mercado</i>	33
5. <i>Una aplicación simple</i>	35
Capítulo III Análisis Empírico	51
1. <i>Un modelo teórico simple</i>	51
2. <i>Estimación del modelo</i>	60
3. <i>Apéndice del capítulo: Fuentes de datos</i>	69
Capítulo IV Estudio de Caso: Asignación de Espectro en Costa Rica para Telefonía Móvil	71
1. <i>Breve reseña histórica</i>	71
2. <i>Regulación del sector</i>	74
3. <i>Asignación del espectro para telefonía móvil</i>	78
4. <i>Indicadores de telefonía móvil</i>	83
5. <i>Efectos de incrementar el espectro disponible para telefonía móvil</i>	87
Conclusiones	94
Bibliografía	99

Introducción

El objetivo de esta tesina es estudiar cómo distintos niveles de flexibilización en la asignación del espectro radioeléctrico, pueden llevar a mejoras en eficiencia sobre los esquemas de asignación actualmente dominantes en el mundo. Es bien sabido que el recurso espectro es asignado, comúnmente, a través de una planificación centralizada, en que el regulador define arbitrariamente los usos de cada frecuencia, las zonas territoriales en que se asignan licencias y hasta algunos elementos de la tecnología que deben utilizar los proveedores de servicio. En años recientes, se ha popularizado el uso, por parte del regulador, de licitaciones como mecanismo de asignación de licencias y los economistas han evaluado positivamente el uso de las fuerzas del mercado como método de asignación. Si bien se reconoce que ello constituye un gran avance frente al método alternativo de asignar licencias por audiencias comparativas, el problema de fondo no ha sido abordado consistentemente: el objeto que se licita ha permanecido inalterado y se trata de licencias de uso que no constituyen derechos de propiedad sobre el recurso.

El premio Nobel en Economía, Ronald Coase, propuso en 1959 el uso del mercado como mecanismo de asignación del espectro a sus distintos usos, a través de un simple esquema de derechos de propiedad. A pesar de que su propuesta está pronta a cumplir 50 años, en el mundo se siguen decidiendo centralizadamente los usos de las bandas y el papel del mercado ha sido relegado a la asignación – a través de licitaciones - de las licencias diseñadas ineficientemente por la autoridad. Un regulador, por ejemplo, puede decidir que una banda debe ser utilizada para proveer servicios de telefonía móvil, mientras que en la banda inmediatamente adyacente sólo se puede proveer televisión abierta o radionavegación, generando diferencias artificiales de precios por bandas que son esencialmente el mismo insumo. La cantidad de espectro agregada que se asigna a cada

servicio, las bandas, número de licencias, el ancho de banda en cada licencia son todas variables de diseño que los reguladores controlan, afectando directamente la estructura de organización industrial del sector en el que los operadores brindan servicios.

La pregunta natural que surge en este contexto es ¿Por qué se ha mantenido un régimen centralizado de asignación si un esquema superior fue planteado por Coase hace casi 50 años? La respuesta puede dividirse en dos partes: Primero, la existencia de distintos grupos de interés que se benefician de la asignación centralizada y que son capaces de afectar las decisiones del regulador. Segundo, la presencia de condiciones históricas, políticas, legales e institucionales que impiden la transición de un régimen centralizado a uno de derechos de propiedad.¹ El primer tema ha sido estudiado en la teoría de Public Choice, mientras que el segundo ha permanecido desatendido por los economistas quienes, de manera simplista, argumentan que un mercado competitivo es superior a uno centralizado, pero no proveen esquemas regulatorios intermedios que faciliten la transición en esa dirección.

En esta tesina se estudian esquemas intermedios en que el espectro fluye hacia los servicios y/o operadores en forma más eficiente que en los esquemas actuales. Primero, como política de corto plazo, es posible establecer que el papel del regulador debe ser colocar más espectro en el mercado a disposición de los operadores en sectores que generan mayor beneficio social, desconcentrando los mercados. Ello contrasta con el objetivo actual de maximizar ingresos en las licitaciones. Segundo, en el mediano plazo, las licencias mismas deben ser rediseñadas. Un adjudicatario de una banda de espectro debiera tener la capacidad de decidir su uso entre los distintos servicios que potencialmente puede proveer. Ello contrasta con la situación actual en que las licencias son asignadas para un uso

¹ En muchos países hablar de privatización del espectro es un tema tabú, puesto que es considerado un bien público que debe ser administrado por el Estado.

exclusivo.² Finalmente, en el largo plazo, se puede transitar a un esquema en que las fuerzas del mercado definen los usos del recurso a través del establecimiento de derechos de propiedad sobre el espectro. La velocidad con que se logra esta creciente flexibilización dependerá de las condiciones particulares de cada país.

Consecuentemente con la discusión anterior, la estructura de la tesina consta de cuatro capítulos tal y como se detalla a continuación.

El primer capítulo presenta una reseña de los mecanismos utilizados para la asignación de las licencias de uso del espectro radioeléctrico. Aquí, se estudian tres métodos básicos: las audiencias comparativas, las loterías y las subastas o licitaciones. Posteriormente, se analiza el debate centralización versus privatización, desde la crítica seminal de Ronald Coase a la asignación de espectro basada en el mandato administrativo, sus planteamientos sobre el papel del mercado, la definición de derechos de propiedad, la transición de un régimen centralizado a uno de mercado y las escasas experiencias de países que han adoptado esta iniciativa.

En el capítulo II se estudian modelos de organización industrial extremadamente simples, pero que ilustran la forma en que responden los precios y el excedente del consumidor al flexibilizar el marco regulatorio en materia de asignación de espectro. Se analizan tres escenarios básicos: un primer escenario de rigidez total, en el cual el organismo regulador determina la cantidad de espectro que puede mantener cada firma en la industria y el tipo de servicios que puede ofrecer con ese espectro, un escenario intermedio, en el que a diferencia del anterior las firmas deciden libremente como utilizar el espectro que se les asigna entre los distintos servicios, y finalmente, un escenario de flexibilidad total, en el cual el espectro fluye entre firmas y entre servicios a sus valores de uso más altos. Con este

² Es importante notar que esta flexibilidad no significa necesariamente otorgar derechos de propiedad sobre el recurso.

apartado se persigue establecer un orden de magnitud, en términos de ganancias en excedente del consumidor, al pasar de un escenario regulatorio a otro, el cual puede servir de guía a los tomadores de decisiones en su política de asignación de espectro radioeléctrico.

En el Capítulo III se desarrolla un modelo econométrico de datos panel, que emplea variables del mercado de telefonía móvil en 29 países y 18 períodos, comprendidos entre el primer trimestre de 1999 y el tercer trimestre del 2003. Se muestra que una política regulatoria de corto plazo que incrementa la disponibilidad de espectro entre los operadores de telefonía móvil está asociada estadísticamente a precios más bajos por este servicio, lo cual es consistente con los modelos teóricos del capítulo II. Más importante aún, la literatura reciente³ muestra que las ganancias en excedente del consumidor de perseguir dicha política, dominan el beneficio social asociado a la política alternativa de maximizar la recaudación en las licitaciones.

Finalmente, el Capítulo IV estudia una eventual flexibilización en la asignación de espectro para el servicio de telefonía móvil en Costa Rica, realizando simulaciones que permitan determinar los cambios en el precio de la telefonía celular y en el excedente del consumidor que tienen lugar si se incrementa la cantidad de espectro disponible, reduciendo simultáneamente la concentración de mercado.

³ Ver Hazlett y Muñoz 2004b.

Capítulo I

Mecanismos de Asignación de Espectro

Esta sección presenta una reseña de los mecanismos utilizados para la asignación de las licencias de uso del espectro radioeléctrico. El recorrido histórico inicia con el método tradicional de audiencias comparativas, mejor conocido como *beauty contest*, pasando luego a las loterías y, por último, a las subastas. Las subastas han demostrado su superioridad frente a otros mecanismos y por ello gran parte de la literatura económica en este campo, se concentra en la eficiencia alcanzada por los distintos diseños de subasta.

Posteriormente, se analiza el debate centralización versus privatización, desde la crítica seminal de Ronald Coase (1959) a la asignación de espectro basada en el mandato administrativo, sus planteamientos sobre el papel del mercado, la definición de derechos de propiedad, la transición de un régimen centralizado a uno de mercado y los países que han adoptado esta iniciativa.

1. *Definición de licencia*

Antes de analizar los mecanismos de asignación, es importante definir el concepto de licencia. En la mayoría de los países, la autoridad reguladora asigna el espectro por medio de licencias que ceden a sus titulares la posibilidad de desarrollar un negocio específicamente autorizado de acuerdo a las reglas establecidas en la licencia. Estas reglas

determinan el período de vigencia de la licencia, el rango de servicios ofrecidos, los estándares de la tecnología, la especificación del ancho de banda, el modelo de negocio, el área geográfica a cubrir, etc.⁴

Lo que usualmente se otorga en la licencia es un permiso de uso de un recurso considerado público. Una vez que las firmas obtienen este permiso pueden entrar a participar en el mercado. Las firmas determinan el valor de la licencia por el valor de su producto marginal, que es igual al valor presente esperado de los beneficios que ofrece la oportunidad de negocio especificada en la licencia.

Una vez diseñadas las licencias, existen distintos mecanismos de asignación que permiten ponerlas en manos de los operadores. Estos mecanismos sin embargo, no alteran la naturaleza del permiso que está siendo otorgado, sino que pueden ser más o menos eficientes en la selección de los destinatarios de tales permisos, así como pueden también alterar la distribución de las rentas que generan las oportunidades de negocio autorizadas.

⁴ Todos estos elementos forman parte del diseño del objeto a ser licitado, el cual es tan o más importante que el del mecanismo de asignación del objeto (por ejemplo, el diseño de una licitación). En la mayor parte de esta sección nos concentraremos en discutir los distintos mecanismos de asignación, sin embargo, ello no implica que el mecanismo de asignación sea más importante que el diseño de las licencias.

2. *Mecanismos de asignación*

2.1. *Audiencias comparativas*

Durante el periodo de 1927 a 1981, las audiencias comparativas fueron el único mecanismo utilizado en Estados Unidos para asignar licencias. El organismo regulador seleccionaba a los participantes bajo la consigna del “interés público”, un concepto difuso y muy arbitrario, al que en muchas ocasiones apelaron los reguladores y sobretodo las firmas ya establecidas en el mercado (incumbentes) para detener la entrada de nuevas firmas, limitándose así la competencia.⁵

Las audiencias comparativas funcionan de la siguiente forma: las firmas interesadas en obtener la licencia de espectro presentan una propuesta al regulador, en la cual explican la forma en que van a utilizarlo. Después de estudiar todas las propuestas, el regulador elige las más atractivas al “interés público”. Este método presenta varios problemas. Primero, es extremadamente lento y oneroso. En promedio, la *Federal Communications Commission* de Estados Unidos (FCC) tardaba dos años para conceder treinta licencias celulares. Por otro lado, los participantes tienden a gastar vastas sumas de dinero tratando de influenciar la decisión del regulador. Segundo, falta transparencia en el proceso, puesto que es difícil ver el por qué una propuesta ganó sobre otra. Por último, el regulador está sujeto a problemas de información, de modo que su habilidad para identificar con éxito la mejor propuesta es limitada y, por tanto, es probable que cometa errores.

⁵ Para una descripción histórica exhaustiva ver Hazlett 2001.

A pesar de que las audiencias comparativas se siguen utilizando en varios países, cada vez existe una mayor tendencia de parte de los gobiernos a dejar que sean las fuerzas competitivas del mercado, y no el cabildeo político, el que determine los receptores de las licencias.

2.2. Loterías

Los persistentes retrasos en la asignación de las licencias celulares llevaron al abandono de las audiencias comparativas, en favor de las loterías.⁶ Este método fue aprobado por el congreso de los Estados Unidos en 1981, y sirvió para asignar 1,400 licencias celulares en el periodo de 1986 a 1989. Cientos de miles de aplicaciones fueron presentadas ante la FCC y los especuladores pagaron billones de dólares para obtener licencias celulares, de las que algún tiempo después se deshicieron y llegaron a manos de los operadores.⁷

En el caso de las loterías, el organismo regulador seleccionaba a los ganadores de las licencias de forma aleatoria entre todas las aplicaciones. El problema surgía porque existía un fuerte incentivo para aplicar y luego de obtener las licencias, arbitrar en el mercado. Ello resultaba en gastos cuantiosos de recursos en la creación y procesamiento de cientos de miles de aplicaciones. Pero el principal inconveniente de las loterías consistía en que los ganadores no eran los más aptos para proveer el servicio y se requería de años para que las licencias fueran transferidas, vía transacciones privadas de mercado, a aquellos operadores

⁶ La FCC estimó que con las audiencias comparativas, se tardaba en promedio 720 días para otorgar una licencia en el mercado de celulares, mientras que con las loterías el tiempo se redujo a un promedio de 412 días. Hazlett 2001.

⁷ Ver Milgrom 2004, para una descripción de los problemas originados en las loterías.

capaces de brindar el servicio. Durante este proceso, las rentas quedaban en manos de agentes privados y no del Gobierno.⁸

El fracaso de las loterías para asignar eficientemente las licencias, así como la incapacidad de la FCC para procesar la voluminosa cantidad de aplicaciones recibidas, hicieron que este método fuera rápidamente abandonado y sustituido por las subastas.

2.3. Subastas

Las subastas constituyen un gran avance en la forma en que los gobiernos asignan los recursos escasos. La primera ventaja de la subasta es su tendencia a asignar las licencias a los operadores más aptos para usar el espectro. Esto se alcanza gracias a la competencia entre los solicitantes de la licencia. Aquellas compañías que valoran más el espectro son las que probablemente están dispuestas a ofrecer sumas más altas para obtenerlo y tienden a ganar las licencias. Una segunda ventaja es que la competencia evita el desperdicio de recursos, en el sentido de que las firmas no incurren en costos para intentar manipular las decisiones del regulador como ocurre en el caso del *beauty contest*, y tampoco se destinan grandes recursos para la creación y el procesamiento de aplicaciones como sucedía con las loterías. Por otro lado, las ganancias de la subasta pueden ser utilizadas por el Gobierno como método alternativo a los impuestos para financiarse, evitando así los efectos distorsionadores de éstos últimos sobre el bienestar social. Finalmente, la subasta es un

⁸ Un elemento extra, discutido por Ausubel y Cramton 1999, es que en presencia de información incompleta las rentas de información exigidas por los agentes dificultan, y en ocasiones hacen imposible, la transferencia eficiente de las licencias cuando éstas son mal asignadas inicialmente. Este problema es más evidente al usar loterías como mecanismo de asignación, pero sigue estando presente si, por ejemplo, se utiliza una licitación que no asigna las licencias óptimamente.

medio más transparente de asignar licencias, ya que todos los participantes pueden ver quién ganó y por qué.

A pesar de sus virtudes, las subastas estándares, en el mejor de los casos sólo aseguran que el participante con la valoración privada más alta gane, lo que no necesariamente coincide con la valoración social más alta. Las valoraciones privadas y sociales pueden diverger en licitaciones de bienes intermedios, puesto que el valor que un licitante otorga a una licencia no es independiente de la existencia de otras licencias, ni de quienes eventualmente las ganan. Por ejemplo, una licencia puede ser más valiosa para un incumbente que para un entrante, simplemente porque el incumbente mantendría, de adjudicársela, un poder de mercado más alto.⁹

Por otra parte, un énfasis excesivo en las subastas como medio de extracción de rentas para el fisco, puede tener efectos negativos sobre el consumidor final, ya que la valoración de las licencias por parte de las firmas crece conforme el poder de mercado que otorgan. Esta desviación de la eficiencia hacia la generación de rentas ha ocurrido en las licitaciones de espectro en Europa para servicios de telefonía móvil de tercera generación, ocasionando que se catalogue como exitosa a una subasta si logra que la recaudación supere las expectativas y como un fiasco si resulta ser muy baja.¹⁰

En este contexto, las variables de control en las subastas, tales como: la imposición de precios de reserva, la restricción del número de licencias disponibles y el otorgamiento de créditos a competidores más débiles, han sido seleccionadas persiguiendo como objetivo la

⁹ Esta es la razón por la cual en muchas licitaciones se establecen límites a la cantidad de espectro que una firma puede acumular en la provisión de un servicio específico en una determinada área geográfica. Ver Van Damme 2002.

¹⁰ Ver por ejemplo Klemperer 2002a,b.

maximización de la recaudación del fisco en lugar de maximizar el beneficio social. Una selección correcta de estas variables debería contemplar que una fijación equivocada puede ocasionar: que las frecuencias de radio sean subutilizadas, que empresas ineficientes ganen los derechos de uso y que las barreras de entrada se acentúen elevando el poder oligopólico de los incumbentes. En consecuencia, las reglas de las subastas tienen un impacto sobre la estructura de mercado y al maximizar la recaudación se genera daño colateral al excedente del consumidor, el que también debe ser considerado en el diseño de la subasta.¹¹

Aún cuando queda mucho por decir en cuanto a la adecuada evaluación de las ganancias sociales generadas por las subastas, existe consenso en que el método supera a sus predecesores y cada vez más países lo adoptan. En Estados Unidos, entre 1994 y el 2001, la FCC condujo 33 subastas de espectro en telefonía móvil, recaudando más de US\$40 billones.¹² Las subastas asignaron miles de licencias a cientos de firmas, las que se han ido consolidando hasta formar cinco grandes redes nacionales de servicios de telecomunicaciones. Por su parte, en Europa las primeras subastas para asignar licencias de telefonía móvil de tercera generación, generaron más de US\$100 billones.

Los precios de las licencias subastadas varían considerablemente a través del tiempo y de los mercados. El principal determinante de estos precios parece ser el nivel de competencia en la subasta, más que las diferencias en el diseño de la misma entre países o las diferencias en el diseño de la licencia. El nivel de competencia es en gran medida endógeno, dado que existe evidencia que los licitantes han llegado a acuerdos colusivos en algunos procesos.

¹¹ Ver Hazlett and Muñoz 2004a,b para una discusión más detallada.

¹² Este monto corresponde sólo a la suma de las ofertas ganadoras, pero en la práctica sólo ha sido posible recaudar unos US\$ 16 billones debido a múltiples problemas financieros que las firmas han enfrentado.

Klemperer (2002b) argumenta que aún las subastas que se consideran relativamente menos exitosas (por ejemplo, las de Holanda e Italia), han sido probablemente más exitosas de lo que fueron las audiencias comparativas para asignar espectro para tercera generación en otros países europeos. Por ejemplo, en España las audiencias comparativas recaudaron sólo 13 euros por persona, pero además generaron gran controversia política y legal, al punto que el resultado fue catalogado como injusto e ineficiente.

A continuación, se exponen distintos diseños de subasta, para determinar como sus características inciden en la eficiencia del proceso de asignación y en la extracción de rentas. En lo que sigue asumimos que el objeto a ser licitado, vale decir la licencia misma, ya ha sido diseñado y por tanto es un dato del problema de diseño de subasta.

2.3.1. Licitaciones abiertas versus licitaciones cerradas

Las licitaciones pueden ser abiertas o cerradas, en el primer caso la venta del bien es conducida por un subastador que inicia anunciando un precio bajo (alto) en el caso en que la subasta sea ascendente (descendente) y lo va incrementado (reduciendo), por lo general en montos pequeños. La subasta finaliza cuando hay un único oferente interesado en la compra. La subasta abierta de precio ascendente o mejor conocida como subasta inglesa es la más antigua y quizás la que más ha prevalecido a lo largo de la historia. Su contraparte es la subasta abierta de precio descendente o subasta holandesa, que no se utiliza comúnmente en la práctica. El segundo caso, es el de la licitación cerrada, en la cual los competidores presentan su oferta en un sobre sellado y el competidor que haya ofrecido el monto más alto gana y paga lo que ofreció, lo anterior ocurre si es una subasta cerrada de primer

precio, si fuera una subasta cerrada de segundo precio, el competidor que hace la oferta más alta gana pero paga el monto de la segunda oferta más alta.

La licitación abierta tiene la ventaja de que el proceso de oferta libera información sobre las valoraciones, promoviendo la asignación eficiente de las licencias. Además, es posible obtener mayores ganancias dado que los participantes de la subasta pujan de forma más agresiva, esto debido a que tienen más información sobre el valor del artículo.¹³

En contraposición, la subasta cerrada tiene la ventaja de que resulta menos susceptible a la colusión. Esto se debe a que en la subasta abierta, los postulantes pueden enviar señales a través de sus ofertas y establecer acuerdos tácitos, los cuales se refuerzan por la penalización inmediata que se aplica a quien se desvía de la estrategia.¹⁴ Una segunda ventaja de la subasta cerrada de primer precio, es que puede llevar a mayores ganancias para el licitador cuando existen diferencias ex ante entre los postulantes. Esto sucede especialmente cuando los oferentes son aversos al riesgo, debido a que un postulante fuerte puede garantizarse la victoria solamente si presenta una oferta muy alta. Por el contrario, en la subasta abierta, el postulante más fuerte nunca necesita ofrecer un valor superior al de la segunda oferta más alta.

En las subastas de múltiples licencias de espectro, para servicios de telefonía, existe un consenso entre los expertos a favor de las licitaciones abiertas, pues se considera que la ventaja de revelar información en el proceso supera cualquier aumento en el riesgo de colusión. Además, se estima que el riesgo de colusión es endógeno al diseño de la licitación, es decir, un buen diseño debiera reducirlo significativamente.

¹³ Ver Krishna 2002 para una descripción detallada del rol de la información que se libera en las licitaciones de formato abierto.

¹⁴ Ver a este respecto el interesante estudio de Cramton y Schwartz 2002.

2.3.2. *Licitaciones simultáneas versus secuenciales*

Una vez decidido que las licitaciones de múltiples licencias de espectro se deben hacer en formato abierto, surge el debate de si las licencias deben venderse en secuencia o simultáneamente. Una desventaja de las subastas secuenciales es que limitan la información disponible para los oferentes y la forma en que éstos pueden responder a esa información. Los postulantes deben formarse expectativas para los precios de las subastas futuras al momento de elegir su oferta para la subasta actual. En este sentido, suposiciones incorrectas pueden resultar en asignaciones ineficientes cuando los valores de las licencias son interdependientes. Además, una subasta secuencial restringe el rango de estrategias, debido a que un oferente no puede cambiarse a una licencia subastada anteriormente si los precios se elevan demasiado en subastas posteriores. En general, las estrategias en subastas secuenciales son más complejas y los resultados son menos eficientes.

Un ejemplo de los problemas que puede originar una subasta secuencial ocurrió en una licitación de espectro en Turquía. En ella se ordenaba que el precio de reserva para la segunda licitación fuera igual o superior a la oferta que hizo el ganador de la primera. Como resultado, las firmas pujaron fuertemente por la primera licencia, en el entendido que ningún participante estaría dispuesto a pagar el costo de entrada a la segunda licitación, garantizando así derechos monopólicos. Klemperer denomina a este resultado “el fiasco turco”, porque al dejar licencias sin vender, la competencia de mercado disminuye y el espectro no asignado queda sin utilizar.

En la subasta simultánea, un conjunto de licencias relacionadas son subastadas al mismo tiempo. Los oferentes obtienen información sobre los precios de todas las licencias

conforme procede la subasta y pueden cambiarse de una licencia a otra con base en esa información, sin que haya necesidad de anticipar el comportamiento de los precios. Adicionalmente, la subasta genera precios de mercado, puesto que los artículos similares se venden a precios similares.

En general, se considera que las virtudes de la subasta simultánea (mayor información y flexibilidad de los oferentes en respuesta a esa información) pueden mejorar la eficiencia. De forma que se prefiere este tipo de subasta a la secuencial, aunque la primera tiende a verse más expuesta a un comportamiento colusivo de parte de los licitantes.

2.3.3. Subasta simultánea ascendente

Una vez que se ha decidido que el formato de subasta debe ser abierto y simultáneo, queda por definir si será ascendente, descendente u otro. El formato ascendente se considera la propuesta estándar para subastas de espectro y se ha aplicado con éxito en países como Estados Unidos, Australia, Canadá, México, Holanda y el Reino Unido. La forma en que opera es la siguiente: se subasta simultáneamente un conjunto de licencias interdependientes, a través de varias rondas de licitación. Cada competidor puede hacer su oferta por cualquier combinación de licencias en cualquier ronda sujeto a una regla de actividad, la cual determina la legítima elección del oferente.¹⁵ En cada ronda, los competidores hacen ofertas cada vez más altas por las licencias de su interés. La subasta finaliza cuando pasa una ronda sin que surjan nuevas ofertas por alguna de las licencias. El

¹⁵ La regla de actividad, propuesta por Paul Milgrom y Robert Wilson, obliga a los competidores a mantener un nivel de actividad mínimo para continuar como elegibles. Conforme procede la subasta, el requerimiento mínimo de actividad se incrementa. (Cramton 2002).

ganador obtiene el derecho de exclusividad para el uso del espectro por un periodo fijo y se le permite revender la licencia a otros operadores del mismo servicio, sujeto a la autorización expresa del regulador.

Este diseño busca dar flexibilidad a los oferentes para que puedan moverse de una licencia a otra durante el proceso de licitación conforme varían los precios. Si el precio de una licencia se eleva, pueden cambiarse a una alternativa. Además, pueden formar paquetes de licencias complementarias conforme se revela información en el proceso.

Para asegurar que la subasta concluya en un tiempo razonable, se establecen incrementos mínimos en las ofertas entre una ronda y otra, los cuales usualmente dependen del comportamiento de los oferentes.

Una práctica común para promover la competencia es limitar la cantidad de espectro que puede adquirir una firma en un determinado mercado. Por ejemplo, en Estados Unidos un operador de telefonía móvil no puede mantener más de 45 MHz de banda en un área cualquiera, procurando que existan al menos cinco competidores en cada mercado.

Este tipo de subasta brinda información completa sobre las identidades de los competidores y sobre los montos ofertados en cada ronda, así como la lista de elegibles y las renunciaciones. La información que se revela durante el proceso reduce la llamada “maldición del ganador”, es decir, la posibilidad de que el ganador pague más por la licencia de lo que verdaderamente vale.

Otro indicador de éxito es la agregación eficiente de licencias. Las firmas suelen comprar muchas bandas preferiblemente adyacentes geográficamente, porque les permite incrementar la capacidad de transmisión y así explotar sinergias.

La ausencia de reventas de las licencias también suele considerarse como un indicador de eficiencia de este tipo de subasta.

2.3.4. Algunos Tópicos en Licitaciones

Licitaciones por Paquetes

La valoración que tienen los operadores de una licencia particular podría depender de las otras licencias que hayan ganado. Las firmas podrían valorar más la posibilidad de pujar por una combinación de licencias que por licencias individuales. Por ello se han estudiado las licitaciones por paquete (*Combinatorial Auctions o Package Bidding*), en las cuales se gana la combinación entera de licencias o ninguna.¹⁶

Cuando las licencias se subastan individualmente puede surgir un problema denominado “riesgo de exposición”. Este riesgo implica que las firmas que desean aprovechar sinergias de un conjunto de licencias, se ven obligadas a ofrecer más allá de su valoración con tal de asegurar tales sinergias. Puede suceder que fallen en su intento de obtener piezas claves de la combinación deseada y aún así pagan precios basados en las ganancias de la sinergia.

La desventaja de las licitaciones en paquete es su complejidad, ya que cuando existe una gran cantidad de oferentes y de licencias es difícil contemplar todas las combinaciones posibles, y si se establecen restricciones se pueden eliminar combinaciones deseables. Por otra parte, las subastas en paquete tienden a favorecer a los grandes competidores en detrimento de los más pequeños.

¹⁶ Ver por ejemplo, Ausubel y Milgrom (2002).

En la práctica, la FCC se inclina por las licitaciones individuales debido a la complejidad de las licitaciones por paquete.

Reducción de la demanda y comportamiento colusivo

El nivel de eficiencia y de ganancias que genera una subasta de múltiples productos está limitado por los efectos de reducción de la demanda y el comportamiento colusivo.

El efecto de reducción de demanda es inherente al caso en que se subastan múltiples artículos. En una subasta abierta y ascendente que involucra un único artículo el resultado es privadamente eficiente, ya que cada competidor tiene como estrategia dominante elevar su oferta hasta que alcance su valoración privada. Por tanto, el artículo siempre queda en manos de quien más lo valora. Si por el contrario se subastan dos artículos idénticos simultáneamente en cualquier tipo de subasta de precio uniforme, entonces un oferente podría tener incentivos a ofrecer por el segundo artículo una cantidad menor a su valoración marginal, debido a que si continua pujando por los dos artículos eleva el precio pagado por el primero, reduciendo su excedente. Como resultado, el competidor con mayor valoración por el segundo artículo puede ser (voluntariamente) superado en la licitación por otro competidor. En general, las subastas de múltiples unidades y precio uniforme llevan a equilibrios ineficientes (Ausubel y Cramton, 2002).

El problema del comportamiento colusivo no es inherente a la licitación de múltiples artículos, pero se ve acentuado en tal caso. Ello puede ser ejemplificado cuando la subasta tiene varias rondas y se pueden hacer ofertas sobre unidades distintas. En este caso, puede

por ejemplo existir un equilibrio donde los participantes se coordinan para dividirse las unidades disponibles a precios más bajos con relación a sus verdaderas valoraciones. Este equilibrio se alcanza amenazando con penalizar a quienes se desvían del acuerdo cooperativo.

Las medidas planteadas para reducir el envío de señales y los intentos de colusión deben analizarse con cuidado.¹⁷ Primero, se plantea no revelar las identidades de los participantes y que las subastas sean anónimas para prevenir amenazas contra los rivales. Sin embargo, el limitar la disponibilidad de información también reduce la eficiencia. Segundo, se busca establecer precios de reserva altos, para evitar el problema de la reducción de demanda y para reducir el número de rondas en las que los competidores podrían coordinar la división de las licencias y mantener los precios bajos. Sin embargo, esta opción podría dejar a algunos participantes fuera del mercado y ocasionar que se queden licencias sin asignar. Tercero, se propone ofrecer preferencias a los negocios pequeños sobre los competidores fuertes, para intentar promover la competencia y combatir así la colusión. No obstante, en la práctica ha ocurrido que empresas pequeñas ganan las licitaciones y luego no pueden dar el servicio o son poco eficientes. Por último, se ha planteado promover licencias más grandes que conlleven a mayores ganancias, sin embargo, en ausencia de sinergias esta opción sólo crea poder de mercado y reduce la eficiencia.

¹⁷ Ver Cramton 2002.

3. *Liberalización versus centralización*

En la discusión de la sección anterior dijimos que tomaríamos como dato el diseño de la licencia y nos concentraríamos en discutir los mecanismos de asignación. En esta sección volvemos al tema del diseño de la licencia y en particular, al nivel de derechos sobre el recurso que debieran estar contenidos en él.

Economistas desde Ronald Coase (1959) han argumentado que la asignación de recursos escasos mediante el mandato administrativo tiene poco sentido, mientras que el establecimiento de un mercado para el espectro, en el cual el recurso pueda ser comprado, vendido, dividido y agregado en parcelas puede guiar a asignaciones mucho más eficientes. En esta dirección se han hecho algunos esfuerzos. Por ejemplo, la *Federal Communications Commission* de Estados Unidos (FCC) ha ido asignando gradualmente más espectro para usos flexibles. Sin embargo, este experimento de permitir a las fuerzas de mercado asignar el espectro, se ha aplicado sólo al 10% del espectro más valioso.¹⁸

La contribución seminal de los economistas a este tema se remonta a 1959, cuando el ganador del Premio Nobel de Economía en 1991, Ronald Coase, publicó un artículo en el cual cuestionaba los procedimientos seguidos por la FCC, y sugería que la asignación del espectro a sus distintos usos estuviera determinada por el sistema de precios, así como que el recurso fuera concedido por medio de subastas a los licitadores con las ofertas más altas.¹⁹

¹⁸ Ver Faulhaber y Farber (2002).

¹⁹ Es interesante como el concepto de “spectrum auctions” se ha masificado, particularmente en USA, para referirse al uso de licitaciones para asignar licencias, pero el diseño de la licencia ha permanecido invariable. Así pues lo que se licita usualmente no es espectro, sino licencias de uso.

Para los economistas esta crítica resulta muy natural. El mercado es mucho más poderoso para asignar recursos de lo que pueden ser los administradores y burócratas, sin importar su conocimiento o buena intención. Los mercados eficientes pueden llevar a cabo su magia porque son procesadores de información altamente descentralizados. Los precios son determinados por compradores y vendedores interactuando en el mercado, para asegurar que la demanda y la oferta se igualen. Esta habilidad de los precios de mercado para capturar toda la información concerniente a la oferta y la demanda es mucho mayor que la de cualquier planificador central, sin importar que tan sofisticados sean sus planteamientos y sus herramientas de asignación.

La solución de Coase consistía en permitir que las licencias incluyeran derechos de propiedad sobre el espectro, de forma que pudieran ser vendidos a agentes privados, quienes luego podrían libremente comprar, subdividir, vender o arrendar el espectro. En términos legales, el propietario del espectro tendría control ilimitado sobre la propiedad. El espectro podría agregarse o subdividirse, de acuerdo a las necesidades de los consumidores que se expresarían a través del mercado. Como resultado, todas las frecuencias se “moverían” a sus valores de uso más altos. Por ejemplo, los dueños de canales UHF que se encuentran utilizados ineficientemente podrían vender o rentar su espectro a firmas de telefonía móvil, o incluso dar ellos mismos este servicio. El precio al cual ocurrirían tales transacciones estaría reflejando la oferta y la demanda por espectro y dado que ciertas frecuencias son particularmente útiles para ciertas aplicaciones de demanda, algunas frecuencias tendrían un precio superior a otras conforme lo dictase el mercado.

Los mercados también han mostrado ser particularmente amigables con la innovación, pues los dueños de los activos se esfuerzan en hacer más valiosa su propiedad, a través del uso de nuevas tecnologías. Por el contrario, restringir las licencias de espectro mitiga la

innovación, pues los dueños de las licencias sólo pueden usar sus frecuencias para usos determinados.

3.1. Definición de los derechos de propiedad

Es bien sabido que no todos los mercados funcionan perfectamente. Existe una teoría muy extensa sobre fallas de mercado que incluye: bienes públicos, asimetrías de información, monopolios naturales y externalidades.

En el caso del espectro, la principal externalidad se manifiesta a través de la interferencia en frecuencias adyacentes, por lo que es necesario definir cuidadosamente los derechos de propiedad. En un régimen centralizado, los operadores están sujetos a una serie de restricciones técnicas que consideran el lugar, el poder, la dirección y el tiempo de la emisión, para evitar interferencias. En un régimen de derechos de propiedad, estas restricciones podrían ser incorporadas en el título de propiedad que se entrega al dueño de una frecuencia, el cual estaría sujeto a penas civiles si viola tales restricciones.

Construir la canasta de derechos que constituyen la propiedad del espectro es una tarea que debe preceder cualquier intento de institucionalizar los mercados. Los expertos recomiendan que las restricciones técnicas contemplen: tiempo, área y frecuencia. Adicionalmente, sugieren que se defina claramente el concepto de interferencia y que se establezca un sistema eficiente de solución de disputas con técnicos expertos cuya función sea la de arbitrar. Un sistema de este tipo podría servir para establecer precedentes y

corregir cualquier error o ambigüedad en la definición original de los derechos de propiedad.²⁰

Un punto importante es que las restricciones de las licencias actuales no son sólo técnicas, sino que también conllevan restricciones de equipo y uso, que no deben incorporarse en un régimen de derechos de propiedad para no impedir la movilidad del recurso hacia sus usos más valiosos. Los derechos de propiedad deben ser lo suficientemente flexibles para permitir que los servicios que hacen uso del recurso puedan evolucionar con los cambios tecnológicos.

3.2 *¿Cómo se asigna el espectro hoy en el Mundo?*

La crítica de Coase concluía que el espectro (y no las licencias de uso) debía ser asignado por el mercado y no vía mandato administrativo. Sin embargo, en la mayoría de los países del mundo, los mercados de servicios de telecomunicaciones que hacen uso de este recurso han funcionado sin una asignación explícita de derechos de propiedad. Así por ejemplo, en Estados Unidos, el modelo actual de la FCC de subastas de espectro es justamente un mercado centralizado, sin derechos de propiedad, en donde el regulador, y no el mercado, decide para qué se va a usar cada segmento del espectro electromagnético. La autoridad efectivamente conduce subastas de licencias para uso de espectro, pero estas licencias otorgan a sus titulares una capacidad limitada de uso del recurso. En tal sentido, si bien se diseña un mercado para asignar las licencias, éste es totalmente artificial, puesto que no

²⁰ Un sistema como éste se encuentra actualmente vigente en Guatemala, que se ha constituido, sin proponérselo, en una suerte de laboratorio donde se estudia el funcionamiento de un mercado completamente liberalizado de espectro. Hasta ahora, la experiencia de Guatemala ha confirmado las ventajas de transitar hacia un mercado con derechos de propiedad sobre este insumo.

refleja el costo de oportunidad del recurso, sino las rentas de escasez que éste brinda a los adjudicatarios de las licencias.

Teóricamente, una asignación dinámicamente eficiente del espectro podría obtenerse también a través de un esquema centralizado como el de la FCC. Sin embargo, es ampliamente conocido que, en la práctica, los problemas de información que enfrenta el planificador central y las presiones que este sufre por parte de grupos de interés hacen imposible alcanzar la eficiencia en la asignación. Aún con un organismo regulador bien intencionado y relativamente hábil, los mecanismos centralizados resultan pobres sustitutos frente al funcionamiento de un mercado privado. Pero los mercados privados requieren de derechos de propiedad claramente definidos para funcionar plenamente y alcanzar asignaciones eficientes.

3.3. Transición a un régimen basado en el mercado

Como cualquier cambio social, el paso de un régimen centralizado donde el Gobierno asigna las licencias a un régimen de mercado, inevitablemente crea ganadores y perdedores y está sujeto a grandes presiones por parte de grupos de interés. Los incumbentes, adjudicatarios de licencias que tienen sus rentas protegidas por la falta de competencia originada en las políticas regulatorias, tendrán mucho que perder en una transición a un régimen más competitivo y por ende, es natural que se opongan a la transición. Por otro lado, los potenciales entrantes que visualizan nuevas oportunidades de negocio van a apoyarla. En otras palabras, se trata de un proceso esencialmente político donde la transición debe ser estructurada para asegurar que el beneficio social se incremente y que los daños a los perdedores estén acotados.

El proceso también podría encontrar oposición de parte de los reguladores, quienes verían disminuidas sus potestades y se verían limitados a resolver controversias y a vigilar la libre concurrencia de los mercados.

Actualmente, sólo cuatro países han instituido políticas que se desvían sustancialmente del régimen centralizado de otorgamiento de licencias. Ellos son: Australia, Nueva Zelanda, Guatemala y El Salvador, los cuales efectivamente han liberalizado sus regímenes para permitirle al mercado asignar el espectro radioeléctrico. Guatemala es quizás el más liberal de todos por lo que merece estudiar el caso de manera más detallada.

En Guatemala una ley promulgada en 1996 creó un sistema de asignación de espectro que cambió dramáticamente las reglas del juego. Ahora cualquier persona o compañía, nacional o extranjera puede solicitar cualquier banda de espectro que actualmente no esté asignada a otros usuarios. Cuando surgen disputas por interferencia con las señales de bandas adyacentes, se alienta a las partes para que lleguen a un arreglo. Si la mediación privada falla, el organismo regulador de telecomunicaciones impone reglas específicas, además la parte afectada puede entablar un juicio por los daños sufridos.

La característica más sobresaliente de la reforma de espectro, es la creación y tratamiento de los Títulos de Usufructo de Frecuencia (TUF), éstos pueden ser arrendados, vendidos, subdivididos o consolidados por un periodo de 15 años, renovable sin costo. Estos títulos pueden verse como activos para inversión de capital. De 1996 al 2002, la agencia regulatoria ha licitado más de 5,000 TUF, a más de 1,050 diferentes propietarios. Las subastas han generado más de US\$100 millones de dólares en ingresos, de los cuales el 70% fue reasignado por el Gobierno para subsidiar servicios de telefonía rural.

La ley de espectro en Guatemala ha sido efectiva porque reconoce los derechos de propiedad sobre las ondas radioeléctricas, convirtiéndolas en un nuevo recurso. Si consideramos cómo el reconocimiento de los derechos de propiedad sobre la tierra permitió el desarrollo económico, entenderemos la importancia de los derechos de propiedad sobre el espectro.

Es importante, sin embargo, reconocer que si bien el escenario en que se asignan derechos de propiedad sobre el recurso es el objetivo a seguir, constituye sólo un objetivo de largo plazo. Ello puesto que por distintas restricciones que van desde aquellas legales hasta consideraciones históricas y políticas, en muchos países una transición desde un modelo centralizado a uno de derechos de propiedad sobre el espectro no es factible en el corto plazo. Así pues, resulta de gran importancia desde el punto de vista práctico plantear y analizar escenarios intermedios en que se materializa parte de las ganancias en bienestar de transitar al uso del mercado como mecanismo de asignación del espectro. En tal sentido, en el siguiente capítulo se desarrollan modelos teóricos simples de organización industrial que pretenden dar una luz en la respuesta a interrogantes tales como: ¿Cuáles son las ganancias en términos de excedente del consumidor de transitar de un régimen centralizado de asignación de espectro a uno de mercado? O más importante aún ¿Cuánto de estas ganancias se pueden obtener en escenarios regulatorios intermedios factibles?

Capítulo II

Análisis Teórico

En esta sección se utilizan modelos teóricos extremadamente simples de organización industrial para estudiar la forma en que responden los precios y el excedente del consumidor al flexibilizar el marco regulatorio en materia de asignación de espectro. En particular, se analizan tres escenarios: un primer escenario de rigidez total, en el cual el organismo regulador determina la cantidad de espectro que puede mantener cada firma en la industria y el tipo de servicios que puede ofrecer con ese espectro, un escenario intermedio, en el que a diferencia del anterior las firmas deciden libremente como utilizar el espectro que se les asigna²¹ entre los distintos servicios, y finalmente, un escenario de flexibilidad total, en el cual el espectro fluye entre firmas y entre servicios, es decir, las firmas recurren al mercado para adquirir la cantidad de espectro que desean a un precio determinado por la oferta y la demanda, para luego destinar ese espectro a sus valores de uso más altos.

Este tipo de análisis es de gran utilidad para las autoridades que deciden la política de uso de espectro de un país, en el sentido de que permite establecer los órdenes de magnitud de los cambios en excedente del consumidor al pasar a través de distintos escenarios regulatorios.²² El concentrarse en el excedente del consumidor es importante en este

²¹ Por ejemplo, la autoridad puede asignar espectro a través de una licitación.

²² No es en absoluto la intención de esta sección el modelar de manera precisa las funciones de producción de las firmas que proveen, por ejemplo, servicios de telefonía móvil. Así tampoco lo es el precisar los servicios que pueden potencialmente proveerse con el espectro. La intención es simplemente establecer un marco de análisis que puede posteriormente ser utilizado en escenarios más realistas. Con todas las simplificaciones

mercado porque el interés de los consumidores no siempre está bien representado en las decisiones de política regulatoria en relación a la asignación de un recurso como el espectro, donde subsisten fuertes grupos de presión que motivados por su propio interés y no por el de la colectividad, ejercen su influencia sobre las autoridades llevando a asignaciones ineficientes.

Los resultados de este capítulo serán de particular relevancia para el análisis de caso que se presentará en el capítulo IV, concerniente a la asignación de espectro en Costa Rica. La regulación del espectro en este país es un ejemplo extremo del escenario de rigidez total, puesto que el Estado es el único oferente de algunos servicios importantes, como por ejemplo, la telefonía móvil. Dadas sus condiciones históricas, culturales y políticas es poco viable plantear la adopción de un esquema de liberalización total como el que se ha implementado en otros países centroamericanos. En este contexto, sería de gran ayuda contar con una referencia sobre la ganancia en excedente del consumidor, que tendría lugar al pasar del esquema regulatorio actual a un esquema de flexibilidad intermedia, que se vislumbra como una alternativa más viable para ser desarrollada en el país en el corto plazo.

Después de exponer los objetivos que se persiguen con este capítulo, podemos iniciar con el planteamiento general del modelo de referencia en estudio.

introducidas, nos concentraremos en evaluar las ganancias en excedente del consumidor al transitar a través de los distintos escenarios regulatorios planteados.

1. Planteamiento general

Suponga que existen únicamente dos firmas en la industria y que se ofrecen sólo dos productos. En lo que sigue, identificaremos a las firmas con los superíndices 1 y 2 y a los productos con los subíndices 1 y 2.

La firma 1 resuelve el siguiente problema de maximización de beneficios:

$$\underset{q_1^1, q_2^1}{Max} \{P_1(q_1^1 + q_2^1)q_1^1 + P_2(q_1^2 + q_2^2)q_2^2 - c(q_1^1, q_2^1)\}$$

La firma 2 resuelve el problema de forma análoga para: q_1^2, q_2^2 . Las principales diferencias en la resolución de los problemas vienen dadas por la función de costos, la cual va a variar de acuerdo al escenario regulatorio en estudio.

2. Modelo 1: Espectro asignado a un servicio

Este modelo intenta capturar el escenario más rígido en la industria de las telecomunicaciones, en el cual el regulador otorga una licencia de servicio asociada a una licencia de espectro. Así, la autoridad define la cantidad de espectro asignada a cada firma y el servicio que la firma puede proveer con ese espectro.

Para la firma 1, el problema de minimización de costos es el siguiente:

$$c(q_1^1, q_2^1) = \underset{K_1^1, K_2^1}{Min} \{r(K_1^1 + K_2^1) + F(S^1)\}$$

s.t.

$$f_1(K_1^1, S_1^1) = q_1^1 \quad (1)$$

$$f_2(K_2^1, S_2^1) = q_2^1 \quad (2)$$

$$S_1^1 \leq \bar{S}^1, \quad S_2^1 = 0 \quad \text{y} \quad \bar{S}^1 + \bar{S}^2 = \bar{S} \quad (3)$$

Las dos primeras restricciones representan las funciones de producción de la firma 1 para los productos 1 y 2. Para simplificar asumimos que existen solamente dos factores de producción, los cuales están dados por K , que se refiere al factor capital, y S , que se refiere al espectro. El precio del factor capital está dado por r , mientras que $F(S^1)$ representa lo que se paga por el espectro. La restricción (3) indica que el espectro asignado a la firma 1 se puede destinar sólo a la producción del bien 1 y que la suma del espectro asignado a la firma 1 (\bar{S}^1) y el espectro asignado a la firma 2 (\bar{S}^2) debe ser igual a la cantidad total de espectro en el mercado (\bar{S}).

La situación es análoga para la firma 2, en tal caso la última restricción pasa a ser:

$$S_2^2 \leq \bar{S}^2, \quad S_1^2 = 0 \quad \text{y} \quad \bar{S}^1 + \bar{S}^2 = \bar{S} \quad (4)$$

Al igual que en el caso anterior, la restricción (4) significa que la firma 2 sólo puede usar el recurso espectro en la producción del bien 2 y que la suma de las cantidades de espectro de ambas firmas debe ser igual a la cantidad total de espectro disponible en el mercado.

Como resultado de las restricciones en la asignación de espectro, en este escenario cada firma establece un monopolio en un producto. Por tanto, una vez obtenida la función de costos, el problema de maximización de beneficios de cada empresa implica igualar costo marginal a ingreso marginal.

Por otra parte, se asume que la autoridad reguladora utiliza el mecanismo de subasta para asignar las licencias de uso de espectro y la valoración de cada jugador va a estar dada por el valor presente de sus rentas si ganara la licencia.

3. Modelo 2: Espectro asignado a una firma

Este caso se considera un escenario intermedio en cuanto a flexibilidad en la asignación de espectro. Aquí, la autoridad reguladora fija la cantidad total de espectro que puede adquirir cada firma, pero no determina cuáles son los servicios que puede ofrecer. Nuevamente, se asume que las licencias de uso de espectro se asignan mediante el mecanismo de subasta.

Para la firma 1, el problema de minimización de costos es el siguiente:

$$\begin{aligned}
 c(q_1^1, q_2^1) &= \underset{K_1^1, S_1^1, K_2^1, S_2^1}{\text{Min}} \{ r(K_1^1 + K_2^1) + F(S^1) \} \\
 f_1(K_1^1, S_1^1) &= q_1^1 \\
 f_2(K_2^1, S_2^1) &= q_2^1 \\
 S_1^1 + S_2^1 &\leq S^1 \quad (S^1 + S^2 \equiv \bar{S}) \quad (3')
 \end{aligned}$$

Nótese que la diferencia de este problema con el anterior está dada por la restricción (3'), la cual indica que las cantidades de espectro utilizadas por la firma 1 en cada producto no deben superar la cantidad total de espectro asignada a dicha firma. A su vez, la suma de las cantidades de espectro que posee cada una de las firmas debe ser igual a la cantidad total de espectro asignada por el regulador.

Luego de obtener la función de costos resolvemos el problema de maximización de beneficios, asumiendo que las firmas compiten a la Cournot para llegar al resultado (ahora no hay monopolio en el mercado).

De nuevo la subasta de licencias otorga a las firmas el derecho de operar y de obtener rentas, pero esta vez en dos mercados. Las rentas van a definir la valoración en el proceso de subasta. Sin embargo, bajo este escenario la valoración se va a ver afectada en dos direcciones: por un lado, las firmas tienen libertad de asignar el espectro entre sus distintos servicios lo cual eleva la valoración, pero ahora existe competencia en los mercados finales, ya que se pasa de una estructura de monopolio a una de duopolio, lo que resulta en una disminución de la valoración. Por tanto, el efecto neto sobre la valoración de las licencias no es claro.²³

4. *Modelo 3: Espectro asignado por el mercado*

Este modelo plantea un escenario extremo donde el espectro se liberaliza y las fuerzas del mercado son las que determinan cómo asignar este recurso. Al igual que en el planteamiento de Coase, comentado en el capítulo anterior, en este escenario se contempla la posibilidad de que el objeto a subastar incluya derechos de propiedad sobre el espectro, de manera que pueda ser vendido a agentes privados, quienes luego podrían libremente comprar, vender, dividir y agregar el espectro en parcelas para guiar a asignaciones más eficientes.

²³ En Estados Unidos existe gran controversia sobre este tema. Por un lado, los economistas abogan ante la Federal Communication Commission (FCC) para reducir las restricciones impuestas sobre las licencias de uso de espectro, argumentando que las ganancias en eficiencia producto de una mejor asignación del espectro incrementan el bienestar social. Por otro lado, los grupos opositores consideran que brindar mayor flexibilidad en el uso del espectro a los propietarios actuales de las licencias (por ejemplo, para prestar servicios adicionales, utilizar nuevas tecnologías y ajustar las operaciones del negocio) es una forma de subsidiarlos. Hazlett (2004) presenta evidencia empírica que contradice el argumento anterior, mostrando que las ganancias de los operadores más bien se ven reducidas por la presencia de competidores más eficientes en el mercado.

En este caso, el problema de minimización de costos para la firma 1 viene dado por:

$$c(q_1^1, q_2^1) = \underset{K_1^1, S_1^1, K_2^1, S_2^1}{Min} r(K_1^1 + K_2^1) + \nu(S_1^1 + S_2^1) + F(S^1)$$

$$f_1(K_1^1, S_1^1) = q_1^1$$

$$f_2(K_2^1, S_2^1) = q_2^1$$

$$S_1^1 + S_2^1 + S_1^2 + S_2^2 = \bar{S} \quad (3'')$$

Nótese que a diferencia de los modelos anteriores, la función a minimizar incluye el precio del espectro (ν), el cual resulta del equilibrio entre oferta y demanda en el mercado de factores. La última restricción de este modelo también presenta una variante con respecto a los primeros. En esta ocasión, la ecuación (3'') indica que la suma de las cantidades de espectro que utilizan todas las firmas en la producción de cada uno de los servicios debe ser igual a la cantidad total de espectro asignada por el regulador, es decir, ya no hay restricciones individuales para las firmas en cuanto al uso del espectro, sino más bien, para las firmas en su conjunto.

Existen dos efectos a considerar cuando existe una liberalización total del uso del espectro. Primero, las firmas adquieren el espectro en un mercado competitivo en donde el precio (ν) se determina por el equilibrio de oferta y demanda. El hecho de que ahora el costo del recurso forme parte del costo marginal de producción de las firmas (en lugar de un costo fijo como en los modelos anteriores), implica que el precio del o los servicios proveídos por una firma podría subir. Segundo, el espectro va a fluir entre firmas hacia los operadores más eficientes y, al igual que en el modelo 2, dentro de los servicios de una misma empresa a los servicios más valorados reduciendo el precio. Si bien teóricamente es posible

construir escenarios donde el precio del producto final aumente, en la práctica se ha demostrado que el segundo efecto predomina y el precio del producto final cae.²⁴

Es importante mencionar que si introducimos el supuesto de que existen mercados secundarios eficientes para el recurso espectro, los modelos 2 y 3 podrían llegar a resultados similares. Si este es el caso, incluso en el escenario 2 se generaría un mercado por el espectro. En la práctica, es difícil determinar a partir de las leyes y los reglamentos de telecomunicaciones de los países si la condición de mercados secundarios eficientes se cumple.

5. *Una aplicación simple*

En los incisos anteriores planteamos el problema general de la firma y las restricciones que debe enfrentar con respecto al uso del espectro en los diferentes escenarios regulatorios. Ahora, nos concentraremos en los efectos sobre el precio y el excedente del consumidor al pasar de un escenario a otro y conforme se incrementa la cantidad de espectro. Para realizar este tipo de análisis necesitamos establecer ciertos supuestos sobre las formas funcionales de la tecnología, de la demanda y de los niveles disponibles de espectro en el mercado.

Se debe aclarar que el hecho de que los supuestos utilizados en esta aplicación sean arbitrarios no afecta los objetivos del análisis, ya que lo que interesa es establecer un orden de magnitud, en términos de excedente del consumidor, al pasar de un escenario regulatorio

²⁴ En un régimen de liberalización total, el precio cae porque la competencia impone una limitación a las firmas para elevar el precio del producto final. Esto se ve reflejado en el flujo de beneficios esperados por la firma y como consecuencia provoca una reducción en el precio pagado por la licencia. Hazlett (2004) analiza el precio pagado por las licencias de telefonía celular, desde mediados de los 90's en 42 subastas a lo largo de 27 países, encontrando que las licencias ganadas bajo regímenes que asignan amplios derechos de propiedad sobre el espectro generan precios relativamente menores.

a otro. Por otra parte, es importante mencionar que las proporciones de espectro y capital que se pudieran observar en la práctica para un panel de países, no pueden ser usadas para inferir funciones de producción, ya que son determinadas por el regulador y no por el mercado.

Como se dijo antes, el aporte de este análisis va orientado a la toma de decisiones de política, sobretodo en países donde el marco regulatorio para el uso del espectro es sumamente rígido y cualquier medida que pretenda una mayor flexibilidad del mismo involucra un alto costo político. En este sentido, es de gran ayuda establecer un orden de magnitud, con respecto a la ganancia en bienestar al movernos entre los modelos 1, 2 y 3.

Una vez aclarado que el propósito de esta aplicación es establecer un orden de magnitud de los efectos y no valores absolutos, considérense los siguientes supuestos:

- Existen sólo dos firmas y dos productos.
- Las firmas poseen una tecnología de producción Cobb Douglas:

$$q_i^j = A^j (K_i^j)^\alpha (S_i^j)^\beta, \forall i, j = 1, 2,$$

donde: el subíndice i representa el bien, el superíndice j representa la firma, K y S son los factores de producción y el parámetro A mide, aproximadamente, la escala de producción de la firma, es decir, el volumen de producción que se obtiene si se utiliza una unidad de cada factor.

Específicamente, vamos a asumir que la función de producción presenta rendimientos constantes a escala, es decir, $(\alpha + \beta = 1)$, y que la firma 2 es tres veces más eficiente que la firma 1 ($A^1 = 1$ y $A^2 = 3$). Esto último con el propósito de estudiar la forma en que fluye el espectro hacia las firmas más eficientes al pasar de un escenario a otro. A

pesar de que la diferencia entre las productividades de las dos empresas es significativa (3 a 1), los resultados que se mostrarán más adelante indican que el cambio en los precios al pasar del escenario 2 al 3 es muy bajo, de modo que si la diferencia en productividades fuera menor, la ganancia para el consumidor de moverse entre estos dos escenarios sería aún menos substancial.

- La demanda se asume lineal, de forma que la función inversa de demanda viene dada por: $P_i = a - Q_i$, donde P_i es el precio de mercado del bien i y Q_i es la cantidad de unidades que se demandarán a ese precio.
- El precio del factor capital (r) se normaliza a 1.

Dadas las especificaciones, procedemos a resolver para los tres modelos citados anteriormente:

Modelo 1:

La firma 1 resuelve:

$$c(q_1^1, q_2^1) = \underset{K_1^1, K_2^1}{\text{Min}} \left\{ (K_1^1 + K_2^1) + F(S^1) \right\}$$

s.t.

$$A^1 (K_1^1)^\alpha (S_1^1)^\beta = q_1^1$$

$$A^1 (K_2^1)^\alpha (S_2^1)^\beta = q_2^1$$

$$S_1^1 \leq \bar{S}^1, \quad S_2^1 = 0, \quad \text{y} \quad \bar{S}^1 + \bar{S}^2 = \bar{S}$$

donde \bar{S}^1 , \bar{S}^2 y \bar{S} son constantes que indican, respectivamente, la cantidad total de espectro de la firma 1, de la firma 2 y del mercado en su conjunto.

La solución al problema anterior implica:

$$c(q_1^1, 0) = \left(\frac{q_1^1}{A^1 \bar{S}^1 \beta} \right)^{1/\alpha} + F(S^1)$$

Luego resolvemos el problema de maximización de beneficios:

$$\text{Max}_{q_1} \left\{ (a - q_1)q_1 - \left(\frac{q_1}{A^1 \bar{S}^1 \beta} \right)^{1/\alpha} \right\},$$

cuya condición de primer orden es:

$$a - 2q_1 - \frac{1}{\alpha} q_1^{1/\alpha - 1} \frac{1}{\left(A^1 \bar{S}^1 \beta \right)^{1/\alpha}} = 0$$

Para la firma 2 los resultados son análogos. Así, la firma 1 posee el monopolio del producto 1 y la firma 2 el monopolio del producto 2.

Una vez que se le asignan valores específicos a los parámetros de las funciones de producción, de la función de demanda y a las cantidades de espectro, podemos observar la respuesta de los precios y del excedente del consumidor al pasar de un escenario regulatorio a otro. Los resultados se muestran en las tablas 1.1 a 2.3.

Modelo 2:

La firma 1 resuelve:

$$c(q_1^1, q_2^1) = \underset{K_1^1, K_2^1}{\text{Min}} \{ (K_1^1 + K_2^1) + F(S^1) \}$$

s.t.

$$A^1 (K_1^1)^\alpha (S_1^1)^\beta = q_1^1$$

$$A^1 (K_2^1)^\alpha (S_2^1)^\beta = q_2^1$$

$$S_1^1 + S_2^1 \leq \bar{S}^1$$

La solución al problema anterior es:

$$c(q_1^1, q_2^1) = \bar{S}^{1-\frac{\beta}{\alpha}} \left[\left(\frac{q_1^1}{A^1} \right)^{\frac{1}{\alpha}} \left(\frac{q_1^1}{q_2^1} \right)^{\frac{-1}{\alpha+\beta}} + \left(\frac{q_2^1}{A^1} \right)^{\frac{1}{\alpha}} \right] \left[\left(\frac{q_1^1}{q_2^1} \right)^{\frac{1}{\alpha+\beta}} + 1 \right] + F(S^1)$$

A continuación planteamos el problema de maximización de beneficios para la firma 1, asumiendo competencia a la Cournot:

$$\underset{q_1^1, q_2^1}{\text{Max}} \left\{ [a - (q_1^1 + q_2^1)]q_1^1 + [a - (q_1^1 + q_2^1)]q_2^1 - \bar{S}^{1-\frac{\beta}{\alpha}} \left[\left(\frac{q_1^1}{A^1} \right)^{\frac{1}{\alpha}} \left(\frac{q_1^1}{q_2^1} \right)^{\frac{-1}{\alpha+\beta}} + \left(\frac{q_2^1}{A^1} \right)^{\frac{1}{\alpha}} \right] \left[\left(\frac{q_1^1}{q_2^1} \right)^{\frac{1}{\alpha+\beta}} + 1 \right] \right\}$$

Para resolver este problema suponemos que los coeficientes de la función de producción,

α y β , toman un valor de $\frac{1}{2}$. Desarrollando el mismo procedimiento para la firma 2,

obtenemos el siguiente sistema de ecuaciones:

$$q_1^1 = \frac{a \bar{S}^{-1} - \bar{S}^{-1} q_1^2 - 2 q_2^1}{2 \left(1 + \bar{S}^{-1} \right)}$$

$$q_2^1 = \frac{a \bar{S}^{-1} - \bar{S}^{-1} q_2^2 - 2 q_1^1}{2 \left(1 + \bar{S}^{-1} \right)}$$

$$q_1^2 = \frac{9a \bar{S}^{-2} - 9\bar{S}^{-2} q_1^1 - 2 q_2^2}{2 \left(1 + 9\bar{S}^{-2} \right)}$$

$$q_2^2 = \frac{9a \bar{S}^{-2} - 9\bar{S}^{-2} q_2^1 - 2 q_1^2}{2 \left(1 + 9\bar{S}^{-2} \right)}$$

(Sistema 1)

Observemos que al asignar un valor específico al parámetro de la función de demanda (a) y a las cantidades de espectro de las firmas (\bar{S}^{-1}) y (\bar{S}^{-2}), se obtienen expresiones numéricas para las cantidades de producto, tal y como se muestra en la tabla 1.1.

Modelo 3:

La firma 1 resuelve:

$$c(q_1^1, q_2^1) = \underset{\kappa_1^1, S_1^1, \kappa_2^1, S_2^1}{\text{Min}} r(K_1^1 + K_2^1) + v(S_1^1 + S_2^1)$$

s.t.

$$A^1 (K_1^1)^\alpha (S_1^1)^\beta = q_1^1$$

$$A^1 (K_2^1)^\alpha (S_2^1)^\beta = q_2^1$$

$$S_1^1 + S_2^1 + S_1^2 + S_2^2 = \bar{S}$$

Por el momento, vamos a resolver el problema obviando la última restricción. Así, obtenemos la siguiente solución:

$$c(q_1^1, q_2^1) = \left[\left(\frac{v\alpha}{\beta} \right)^{\frac{\beta}{\alpha+\beta}} + v \left(\frac{v\alpha}{\beta} \right)^{\frac{-\alpha}{\alpha+\beta}} \right] \left[\left(\frac{q_1^1}{A^1} \right)^{\frac{1}{\alpha+\beta}} + \left(\frac{q_2^1}{A^1} \right)^{\frac{1}{\alpha+\beta}} \right]$$

Como en los casos anteriores, la solución es análoga para la firma 2.

Posteriormente, planteamos el problema de maximización de beneficios para la firma 1, asumiendo competencia a la Cournot:

$$\underset{q_1^1, q_2^1}{\text{Max}} \left\{ [a - (q_1^1 + q_1^2)]q_1^1 + [a - (q_2^1 + q_2^2)]q_2^1 - \left[\left(\frac{v\alpha}{\beta} \right)^{\frac{\beta}{\alpha+\beta}} + v \left(\frac{v\alpha}{\beta} \right)^{\frac{-\alpha}{\alpha+\beta}} \right] \left[\left(\frac{q_1^1}{A^1} \right)^{\frac{1}{\alpha+\beta}} + \left(\frac{q_2^1}{A^1} \right)^{\frac{1}{\alpha+\beta}} \right] \right\}$$

Desarrollando el mismo procedimiento para la firma 2, obtenemos el siguiente sistema de ecuaciones:

$$q_1^1 = q_2^1 = \frac{a}{3} - \frac{2}{3A^1} \left(\frac{\nu\alpha}{\beta} \right)^\beta + \frac{1}{3A^2} \left(\frac{\nu\alpha}{\beta} \right)^\beta - \frac{2\nu}{3A^1} \left(\frac{\nu\alpha}{\beta} \right)^{-\alpha} + \frac{\nu}{3A^2} \left(\frac{\nu\alpha}{\beta} \right)^{-\alpha}$$

(Sistema 2)

$$q_1^2 = q_2^2 = \frac{a}{3} - \frac{2}{3A^2} \left(\frac{\nu\alpha}{\beta} \right)^\beta + \frac{1}{3A^1} \left(\frac{\nu\alpha}{\beta} \right)^\beta - \frac{2\nu}{3A^2} \left(\frac{\nu\alpha}{\beta} \right)^{-\alpha} + \frac{\nu}{3A^1} \left(\frac{\nu\alpha}{\beta} \right)^{-\alpha}$$

Ahora volvemos a la última restricción del problema de minimización de costos, a saber:

$$S_1^1 + S_2^1 + S_1^2 + S_2^2 = \bar{S}$$

donde \bar{S} es la cantidad total disponible de espectro en el mercado para las firmas.

Para continuar resolviendo el problema, necesitamos despejar la variable espectro de las funciones de producción, con lo cual obtenemos el siguiente sistema de ecuaciones:

$$S_1^1 = q_1^1 \frac{1}{A^1} \left(\frac{\nu\alpha}{\beta} \right)^{-\alpha}$$

$$S_2^1 = q_2^1 \frac{1}{A^1} \left(\frac{\nu\alpha}{\beta} \right)^{-\alpha}$$

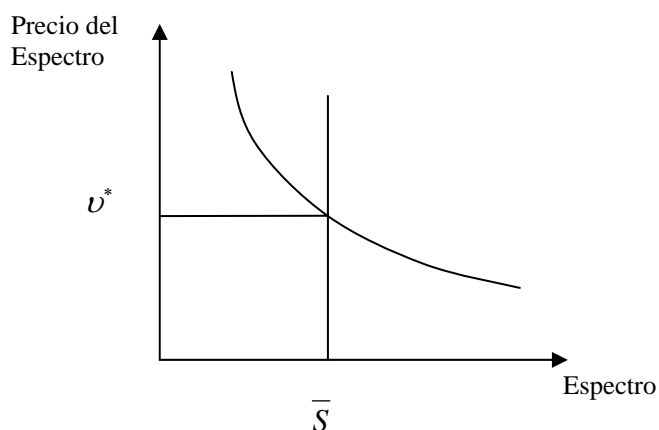
(Sistema 3)

$$S_1^2 = q_1^2 \frac{1}{A^2} \left(\frac{\nu\alpha}{\beta} \right)^{-\alpha}$$

$$S_2^2 = q_2^2 \frac{1}{A^2} \left(\frac{\nu\alpha}{\beta} \right)^{-\alpha}$$

Luego procedemos a sustituir en el sistema 3, las expresiones obtenidas para q_1^1 , q_2^1 , q_1^2 y q_2^2 en el sistema 2, y despejamos para el precio del recurso espectro (ν). Así, se puede obtener una expresión para la cantidad de espectro en función del precio.

Gráfico 1
Función de Demanda Inversa para el Espectro



En el gráfico anterior, se muestra la relación inversa entre precio y cantidad del recurso espectro. Una vez que se fija la cantidad de espectro disponible en el mercado (\bar{S}) y se le dan valores a todos los parámetros de la función de producción y de las funciones de demanda para cada uno de los servicios, se obtiene una expresión numérica para ν y para las cantidades producidas, tal como se muestra en las tablas 1.1 y 2.1.

Tabla 1.1:

Modelo 1: Espectro asignado a un servicio									
Espectro (MHz) en el mercado	La autoridad asigna el espectro (MHz) a nivel de servicio	Firma 1		Firma 2		Oferta Total		Precios	
		Cant. Serv. 1	Cant. Serv. 2	Cant. Serv. 1	Cant. Serv. 2	Cant. Serv. 1	Cant. Serv. 2	Precio Serv. 1	Precio Serv. 2
20	10	45,45	0	0	49,45	45,45	49,45	54,55	50,55
40	20	47,62	0	0	49,72	47,62	49,72	52,38	50,28
90	45	48,91	0	0	49,88	48,91	49,88	51,09	50,12
180	90	49,45	0	0	49,94	49,45	49,94	50,55	50,06
300	150	49,67	0	0	49,96	49,67	49,96	50,33	50,04
400	200	49,75	0	0	49,97	49,75	49,97	50,25	50,03
600	300	49,83	0	0	49,98	49,83	49,98	50,17	50,02
Modelo 2: Espectro asignado a una firma									
Espectro (MHz) en el mercado	La autoridad asigna el espectro (MHz) a nivel de firma	Firma 1		Firma 2		Oferta Total		Precios	
		Cant. Serv. 1	Cant. Serv. 2	Cant. Serv. 1	Cant. Serv. 2	Cant. Serv. 1	Cant. Serv. 2	Precio Serv. 1	Precio Serv. 2
20	10	26,73	26,73	35,84	35,84	62,57	62,57	37,43	37,43
40	20	29,64	29,64	34,79	34,79	64,43	64,43	35,57	35,57
90	45	31,57	31,57	34,04	34,04	65,62	65,62	34,38	34,38
180	90	32,43	32,43	33,70	33,70	66,13	66,13	33,87	33,87
300	150	32,78	32,78	33,56	33,56	66,34	66,34	33,66	33,66
400	200	32,92	32,92	33,50	33,50	66,42	66,42	33,58	33,58
600	300	33,06	33,06	33,45	33,45	66,50	66,50	33,50	33,50
Modelo 3: Espectro asignado al mercado									
Espectro (MHz) en el mercado	La autoridad asigna el espectro (MHz) a nivel de mercado	Firma 1		Firma 2		Oferta Total		Precios	
		Cant. Serv. 1	Cant. Serv. 2	Cant. Serv. 1	Cant. Serv. 2	Cant. Serv. 1	Cant. Serv. 2	Precio Serv. 1	Precio Serv. 2
20	20	28,86	28,86	34,23	34,23	63,09	63,09	36,91	36,91
40	40	30,99	30,99	33,80	33,80	64,79	64,79	35,21	35,21
90	90	32,26	32,26	33,55	33,55	65,81	65,81	34,19	34,19
180	180	32,79	32,79	33,44	33,44	66,23	66,23	33,77	33,77
300	300	33,01	33,01	33,40	33,40	66,41	66,41	33,59	33,59
400	400	33,09	33,09	33,38	33,38	66,47	66,47	33,53	33,53
600	600	33,17	33,17	33,37	33,37	66,54	66,54	33,46	33,46

Notas:

Para obtener los resultados se utilizaron los siguientes valores para los parámetros de la función de producción: $\alpha = \beta = 0,5$, $A^1 = 1$, $A^2 = 3$, de modo que:

$$q_1^1 = (K_1^1)^{0,5} (S_1^1)^{0,5}, \quad q_2^1 = (K_2^1)^{0,5} (S_2^1)^{0,5}, \quad q_1^2 = 3(K_1^2)^{0,5} (S_1^2)^{0,5} \quad \text{y} \quad q_2^2 = 3(K_2^2)^{0,5} (S_2^2)^{0,5}.$$

En la función de demanda se supuso: $a = 100$, por lo que:

$$P(Q_1) = 100 - Q_1 \quad \text{y} \quad P(Q_2) = 100 - Q_2.$$

Es importante recalcar que los resultados que arroja la tabla 1.1. son únicamente referenciales, pues como se dijo anteriormente lo que interesa es establecer un orden de magnitud en términos de precios y excedente del consumidor al pasar de un escenario regulatorio a otro. La tabla muestra que bajo cualquier escenario, los precios de los servicios se reducen conforme se incrementa la cantidad disponible de espectro en el mercado. Asimismo, se aprecia que los precios más bajos se logran en el escenario 3 que corresponde a la liberalización total, esto debido a la flexibilidad con la que se puede asignar el recurso a sus usos más valorados.

A pesar de que el escenario de liberalización es el óptimo, la ganancia en excedente del consumidor al pasar del modelo 2 al 3 es mínima si se compara a la ganancia obtenida al movernos del modelo 1 al 2. Esto sucede a pesar que en los supuestos se impuso una diferencia muy significativa entre las productividades de ambas empresas (la productividad varía de 1 a 3). Se debe mencionar que esta ganancia en excedente del consumidor podría estar en parte subestimada, debido a que el ejercicio no considera la introducción de nuevos servicios al pasar del escenario 2 al 3.²⁵

El resultado anterior es una señal importante para las autoridades que regulan el uso del espectro, ya que la transición de un esquema a otro, generalmente, involucra un alto costo político y el rechazo de fuertes grupos de interés. El costo es más elevado en países con amplias restricciones sobre las licencias de uso de espectro, ya que en esquemas rígidos se promueve la exclusividad en la prestación de servicios y la existencia de barreras de entrada a potenciales competidores, permitiendo al incumbente una mayor extracción de rentas, por

²⁵ La introducción de nuevos servicios sería un factor importante a considerar en el escenario 3, donde el recurso espectro se transa en un mercado competitivo. No así en el escenario 2, porque el hecho de que la autoridad fije las cantidades de espectro que puede utilizar cada firma, desincentiva la inversión en investigación y desarrollo para nuevas tecnologías y productos.

lo que cualquier medida tendiente a la liberalización va a generar una fuerte oposición por parte de este grupo. En el caso de Costa Rica, donde existe un único operador estatal en el mercado desde 1963, es sumamente difícil mencionar siquiera la opción de liberalizar el espectro, por lo que convendría ampliamente analizar los beneficios de adoptar un escenario como el 2, donde se flexibiliza el uso del espectro, dentro de un marco en el que se permita la entrada de otros operadores al mercado.

También es posible observar de la tabla 1.1. que la firma más eficiente (la firma 2) produce una cantidad mayor en todos los escenarios. Sin embargo, al ir incrementándose la cantidad de espectro la tasa de crecimiento de la producción es relativamente mayor en la firma menos eficiente, hasta que la producción de ambas firmas tiende a converger.

Las variaciones porcentuales en los precios al pasar de un escenario regulatorio a otro se pueden apreciar en la tabla 1.2.

Tabla 1.2

Espectro (MHz) en el Mdo.	Servicio 1		Servicio 2	
	Variación Porcentual en el P del Modelo 1 al 2	Variación Porcentual en el P del Modelo 2 al 3	Variación Porcentual en el P del Modelo 1 al 2	Variación Porcentual en el P del Modelo 2 al 3
20	-31.4%	-1.4%	-26.0%	-1.4%
40	-32.1%	-1.0%	-29.3%	-1.0%
90	-32.7%	-0.6%	-31.4%	-0.6%
180	-33.0%	-0.3%	-32.3%	-0.3%
300	-33.1%	-0.2%	-32.7%	-0.2%
400	-33.2%	-0.1%	-32.9%	-0.1%
600	-33.2%	-0.1%	-33.0%	-0.1%

Nota: Los parámetros utilizados son los mismos que en la tabla 1.1.

Nótese que las variaciones más significativas ocurren al movernos de una estructura de de rigidez total a un esquema de flexibilidad intermedia. Mientras que el paso a un esquema de liberalización total aporta poco a la reducción de los precios.

Seguidamente, en la tabla 1.3 podemos observar las variaciones en el excedente del consumidor al movernos entre los distintos escenarios regulatorios.

Tabla 1.3

Espectro (MHz) en el Mercado	Servicio 1		Servicio 2	
	Variación Porcentual en el EC del Modelo 1 al 2	Variación Porcentual en el EC del Modelo 2 al 3	Variación Porcentual en el EC del Modelo 1 al 2	Variación Porcentual en el EC del Modelo 2 al 3
20	89.5%	1.7%	60.1%	1.7%
40	83.1%	1.1%	67.9%	1.1%
90	80.0%	0.6%	73.1%	0.6%
180	78.8%	0.3%	75.4%	0.3%
300	78.4%	0.2%	76.3%	0.2%
400	78.2%	0.1%	76.7%	0.1%
600	78.1%	0.1%	77.0%	0.1%

Nota: Los parámetros utilizados son los mismos que en la tabla 1.1.

Como era de esperarse, a partir de las variaciones presentadas en los precios, la mayor ganancia en el excedente del consumidor ocurre cuando pasamos del escenario de rigidez total al de flexibilidad intermedia, para los dos servicios ofrecidos.

A continuación, realizamos el mismo ejercicio pero variando las proporciones en que se utilizan los factores en la función de producción. En particular, asumimos que el factor espectro se utiliza de manera más intensiva en el servicio 2 que en el servicio 1. Los resultados se muestran únicamente para los modelos 1 y 3, porque no es posible resolver analíticamente el modelo 2 con coeficientes de la función de producción distintos a 0.5.

Tabla 2.1

Modelo 1: Espectro asignado a un servicio									
Espectro (MHz) en el mercado	La autoridad asigna el espectro (MHz) a nivel de servicio	Firma 1		Firma 2		Oferta Total		Precios	
		Cant. Serv. 1	Cant. Serv. 2	Cant. Serv. 1	Cant. Serv. 2	Cant. Serv. 1	Cant. Serv. 2	Precio Serv. 1	Precio Serv. 2
20	10	48,35	0	0	48,68	48,35	48,68	51,65	51,32
40	20	48,83	0	0	49,66	48,83	49,66	51,17	50,34
90	45	49,22	0	0	49,93	49,22	49,93	50,78	50,07
180	90	49,44	0	0	49,98	49,44	49,98	50,56	50,02
300	150	49,57	0	0	49,99	49,57	49,99	50,43	50,01
400	200	49,63	0	0	50,00	49,63	50,00	50,37	50,00
600	300	49,69	0	0	50,00	49,69	50,00	50,31	50,00
Modelo 3: Espectro asignado al mercado									
Espectro (MHz) en el mercado	La autoridad asigna el espectro (MHz) a nivel de mercado	Firma 1		Firma 2		Oferta Total		Precios	
		Cant. Serv. 1	Cant. Serv. 2	Cant. Serv. 1	Cant. Serv. 2	Cant. Serv. 1	Cant. Serv. 2	Precio Serv. 1	Precio Serv. 2
20	20	30,40	25,16	33,92	34,97	64,32	60,13	35,68	39,87
40	40	31,54	30,28	33,69	33,94	65,23	64,22	34,77	35,78
90	90	32,35	32,41	33,53	33,52	65,88	65,93	34,12	34,07
180	180	32,73	32,99	33,45	33,40	66,18	66,39	33,82	33,61
300	300	32,90	33,42	33,16	33,37	66,06	66,79	33,94	33,21
400	400	32,97	33,21	33,41	33,36	66,38	66,57	33,62	33,43
600	600	33,05	33,26	33,39	33,35	66,44	66,61	33,56	33,39

Notas:

Se utilizaron los siguientes valores para los parámetros de las funciones de producción: $A^1 = 1$, $A^2 = 3$, $\alpha = 2/3$ y $\beta = 1/3$ para el servicio 1 y $\gamma = 1/3$ y $\theta = 2/3$ para el servicio 2, de modo que:

$$q_1^1 = L_1^{2/3} K_1^{1/3}, \quad q_2^1 = L_2^{1/3} K_2^{2/3}, \quad q_1^2 = 3L_1^{2/3} K_1^{1/3} \text{ y } q_2^2 = 3L_2^{1/3} K_2^{2/3}.$$

En la función de demanda se supuso: $a = 100$, por lo que:

$$P(Q_1) = 100 - Q_1 \text{ y } P(Q_2) = 100 - Q_2.$$

De la tabla 2.1 observamos que conforme se incrementa la cantidad de espectro, la cantidad producida de ambos servicios se incrementa, pero el aumento es relativamente mayor en el servicio 2, que es más intensivo en espectro. A su vez, el aumento en la producción de la firma menos eficiente es relativamente mayor que el de la firma más eficiente.

Naturalmente, los precios son menores en el modelo 3 que en el modelo 1. A continuación, se muestra la variación porcentual en los precios de ambos servicios al pasar del escenario 1 al 3.

Tabla 2.2

Espectro (MHz) en el Mercado	Servicio 1	Servicio 2
	Variación Porcentual en el P del Modelo 1 al 3	Variación Porcentual en el P del Modelo 1 al 3
20	-30.9%	-22.3%
40	-32.1%	-28.9%
90	-32.8%	-32.0%
180	-33.1%	-32.8%
300	-32.7%	-33.6%
400	-33.3%	-33.1%
600	-33.3%	-33.2%

Nota: Los parámetros utilizados son los mismos que en la tabla 2.1.

Tabla 2.3

Espectro (MHz) en el Mercado	Servicio 1	Servicio 2
	Variación Porcentual en el EC del Modelo 1 al 3	Variación Porcentual en el EC del Modelo 1 al 3
20	77.0%	52.5%
40	78.5%	67.3%
90	79.2%	74.4%
180	79.2%	76.4%
300	77.6%	78.5%
400	78.9%	77.3%
600	78.8%	77.5%

Nota: Los parámetros utilizados son los mismos que en la tabla 2.1.

La tabla 2.3 ilustra la ganancia en el excedente del consumidor al pasar del escenario 1 al 3 para ambos servicios. Nótese, que al incrementar la cantidad de espectro, la diferencia entre las variaciones porcentuales de ambos servicio tiende a desaparecer, esto debido a que los valores del excedente del consumidor para ambos servicios tienden a converger conforme

aumenta la disponibilidad del recurso espectro, a pesar de las diferencias en las productividades de las firmas y de los factores.

Finalmente, cabe recalcar que si bien los modelos desarrollados en este capítulo son extremadamente simples, el resultado que arrojan es muy valioso, ya que permiten comparar la ganancia en excedente del consumidor que se genera al pasar de un escenario regulatorio a otro, en política de asignación de espectro. En particular, se encontró que la ganancia sustancial en términos de bienestar ocurre al transitar de un escenario rígido a uno medianamente flexible, el cual es relativamente fácil de implementar en comparación con uno en el que se asignan derechos de propiedad sobre el espectro. Esta conclusión adquiere especial relevancia para el caso de Costa Rica, que se estudiará con detalle en el Capítulo IV, ya que en este país es sumamente difícil promover medidas de flexibilización para el uso del espectro.

En el siguiente capítulo, se pretende identificar empíricamente cuáles son los principales determinantes del bienestar social en el mercado de telefonía móvil. En especial, se quiere determinar si los incrementos en la cantidad de espectro disponible en el mercado y el grado de competencia entre los operadores, se traducen en precios más bajos por este servicio y por ende en un incremento en el excedente del consumidor.

Capítulo III

Análisis Empírico

En este apartado se recurre a la evidencia empírica para cuantificar el efecto de incrementos en la disponibilidad de espectro entre los operadores de telefonía móvil, así como una mayor competencia entre ellos (medida por el Índice de Herfindalh-Hirschman), sobre los precios por este servicio. Con este fin, se adopta un modelo de datos panel, que utiliza indicadores del mercado de telefonía móvil en 29 países, de los cuales 19 emplean subastas como mecanismo para asignar licencias.

El capítulo está dividido en dos partes. En la primera, se construye un modelo teórico simple que busca identificar las variables que deberían incluirse en un análisis empírico de bienestar, referente a las políticas de asignación de espectro. En la segunda, se lleva a cabo la estimación empírica, mediante un modelo tipo panel de efectos fijos. Posteriormente, se exponen los resultados y se evalúa la consistencia del modelo con la teoría económica. El periodo en estudio comprende del primer trimestre de 1999 al segundo trimestre del 2003 y los datos utilizados provienen en su mayoría de la consultora Merrill Lynch.

1. Un modelo teórico simple

El modelo presentado a continuación se basa en el trabajo de Hazlett y Muñoz (2004b). A partir de este modelo, se intenta identificar las variables que deberían estar presentes en un análisis empírico de bienestar concerniente a las políticas de asignación de espectro.

Considere un mercado con N firmas que producen un bien homogéneo, a saber, el servicio de telefonía móvil, cuyos niveles de producción vienen dados por q_i , donde el subíndice i identifica a la firma. Inicialmente, se asume que no existe una firma que actúe como incumbente. La producción agregada estaría dada por $\sum_i q_i = Q$. El precio de mercado asociado con este nivel de producto se define por la función inversa de demanda $p(Q)$. Se asume que la firma i tiene una función de costos de la forma:

$$C_i(q_i) = c(K, S_i)q_i \quad (1)$$

De la expresión anterior, se observa que el costo marginal es constante para una cantidad particular de capital, K , y una cantidad de espectro, S_i , asignada a través de una licencia ganada por la firma i . Una vez que se toman las decisiones de producción, el capital y el espectro son fijos y los precios pagados por tales recursos se consideran costos hundidos. Además, los costos marginales del capital y del espectro son decrecientes ($C_K < 0, C_S < 0$) y ambos factores se consideran sustitutos. Esto significa que para un nivel dado de servicio, conforme la cantidad de espectro (medido en MHz) se incrementa, el gasto en capital por suscriptor se reduce.

Si se asume competencia a la Cournot, en el equilibrio se tiene:²⁶

$$p(Q) = c(K_i, S_i) \left[1 + \frac{S_i}{\varepsilon(Q)} \right]^{-1} \quad (2)$$

²⁶ Ver Varian (1992,290)

donde: $s_i = \frac{q_i}{Q}$ es la participación de mercado de la firma i y $\varepsilon(Q) = \frac{dQ}{dP} \frac{P}{Q}$ se refiere a la elasticidad de la demanda.

Los reguladores van a otorgar las licencias de uso de espectro entre las firmas competidoras. Así, el espectro distribuido a una determinada licencia se puede escribir como: $S_i = \phi_i S$, $0 < \phi_i \leq 1$, lo que significa que a cada licencia le corresponde una fracción de la asignación total del servicio. Por tanto, se tiene:

$$p(Q) = c(K, \phi_i S) \left[1 + \frac{s_i}{\varepsilon(Q)} \right]^{-1} \quad i = 1 \dots N$$

y después de realizar algunas manipulaciones algebraicas se obtiene que:

$$p(Q) = \left[1 + \frac{HHI}{\varepsilon(Q)} \right]^{-1} \sum_{i=1}^N s_i c(K, \phi_i S) \quad (3)$$

En el caso particular en que cada licencia conlleva la misma cantidad de espectro asignado, de forma que $S_i = \phi_i S = S/N$, la expresión anterior se rescribe como:²⁷

$$p(Q) = c\left(K, \frac{S}{N}\right) \left[1 + \frac{1}{N \varepsilon(Q)} \right]^{-1} \quad (4)$$

²⁷ Dado que las asignaciones de espectro determinan los costos, asignaciones iguales implican participaciones de mercado iguales.

Nótese, que el Índice de Herfindahl-Hirschman (HHI) en el caso de N empresas idénticas está dado por $1/N$. De la ecuación (3), el precio de mercado depende de la elasticidad de la demanda, del nivel de inversión de capital, de la cantidad asignada de espectro y de una medida de concentración, cuya aproximación es $1/N$.

Cuando las licencias son asignadas por un proceso de subasta, la firma ganadora, i , va a ofrecer una cantidad B tal que:

$$B_i \leq PV = \frac{\pi_i}{r} \quad (5)$$

donde:

B_i = cantidad de dólares pagados en la licitación por parte de la firma i .

π_i = beneficio esperado por periodo de la empresa i , dado que adquirió la licencia.

r = tasa de descuento.

De la expresión anterior, el pago máximo por una licencia está determinado por el flujo de beneficios esperados en términos de valor presente. Por simplicidad, se asume que el flujo de beneficios es constante y perpetuo²⁸. Así, el valor descontado, constituye un límite superior para la licitación. En general, se tiene:

$$B_i = \frac{\alpha_i \pi_i}{r} \quad (6)$$

²⁸ Un flujo de efectivo de pagos iguales de π pesos, después de m periodos, tiene un valor presente de:

$$V(0) = \frac{\pi}{r} \left(1 - \frac{1}{(1+r)^m} \right)$$

con $0 \leq \alpha_i \leq 1$, denotando el grado en el que el subastador extrae rentas de las licencias. Dentro de los factores que tienen impacto sobre α_i , se encuentran: el formato de la subasta, las valoraciones interdependientes y la existencia de diferentes tipos de licitantes (valoraciones asimétricas). La ecuación (6) permite observar cómo las políticas de asignación de espectro que “crean” rentas van a afectar las licitaciones, en conjunto con el mecanismo de subasta. Las políticas de espectro, así como la definición de la tecnología, el número de licencias y las reglas de interconexión impactan π_i . Por otra parte, entre más alto sea el valor de α_i , más eficiente va a ser la extracción de rentas.

Dado los costos marginales constantes, el beneficio esperado viene dado por²⁹:

$$\pi_i = [p(Q) - c(K, \phi_i S)]q_i - rK \quad (7)$$

Sustituyendo (7) en (6), se obtiene:³⁰

$$B_i = \alpha_i \left[\frac{[p(Q) - c(K, \phi_i S)]q_i}{r} - K \right] \quad (8)$$

Si se asumen firmas idénticas compitiendo a la Cournot, como en la ecuación (4), se deriva la siguiente expresión:

$$B_i = \alpha_i \left[\frac{p(Q) HHI q_i}{-\varepsilon(Q)r} - K \right] = \alpha_i \left[\frac{p(Q) Q HHI^2}{-\varepsilon(Q)r} - K \right] \quad (9)$$

²⁹ La forma de la función de beneficios responde a que en una primera etapa la empresa licita espectro, en una segunda etapa invierte en capital y en la última etapa compite a la Cournot considerando como fijas las variables que eligió en las etapas anteriores.

³⁰ Se asume que el ingreso neto ex ante es positivo, de lo contrario la firma no participaría en la subasta.

Nuevamente, se observa que la política de asignación de espectro influye en las licitaciones. De hecho, el mismo nivel de ingresos esperados, $p(Q) Q$, es consistente con diferentes ofertas ganadoras. Por otro lado, diferentes estructuras de mercado (HHI), generan diferentes ofertas. El efecto del diseño de la subasta es capturado completamente por α_i , esto debido a que el número de licencias, y el subsecuente número de competidores en el mercado, fue establecido en la asignación del espectro que precede la subasta de la(s) licencia(s).

Implicaciones sobre el bienestar

En esta sección, se pretende determinar cómo se ve afectado el bienestar social cuando las variables exógenas del modelo se modifican.

Si se define $U(Q) = \int_0^Q p(x) dx$ como el área bajo la curva de demanda, puede demostrarse

que el nivel de producción correspondiente a un equilibrio simétrico de Cournot con costos marginales constantes maximiza la siguiente expresión:³¹

$$\text{Max } W(Q) = \frac{1}{N} [p(Q) - c] Q + \frac{(N-1)}{N} [U(Q) - cQ] \quad (10)$$

En general, es deseable que en un mercado se maximice la utilidad menos los costos. Una industria competitiva lo hace (caso en que N tiende a infinito), mientras que un monopolio

³¹ La demostración consiste, simplemente, en diferenciar esta expresión con respecto a Q y observar que satisface la ecuación (2) correspondiente a la fijación de precios en el equilibrio de Cournot. Ver Varian 1992, pp. 341.

(caso en que $N=1$) maximiza simplemente sus beneficios. Una industria bajo competencia a la Cournot maximiza la suma ponderada de ambos objetivos, en la cual los pesos dependen del número de empresas. Por tanto, a medida que N aumenta, se da más peso al objetivo social de la utilidad menos los costos, en comparación con el objetivo privado de los beneficios.³²

Si se denota Q_M a la producción de monopolio y Q_C a la de competencia perfecta, siempre es posible decir que la producción bajo competencia de Cournot se encuentra en el rango $Q_M < Q < Q_C$ y es creciente en N .

Para estudiar los efectos sobre el bienestar de cambios en las variables, se define la función inversa de demanda. Se asume que la función de demanda por telefonía móvil es una función de su precio (p), del nivel de ingreso (Y) y del precio del servicio de telefonía alternativa (F).³³

Para efectos prácticos, se asume que la función de demanda por telefonía móvil es de elasticidad constante:

$$Q = \lambda Y^\delta F^\rho p^\varepsilon \quad (11)$$

Sea Q^* la solución óptima al problema (10) e incorporando la función de demanda definida en (11), se tiene:

$$W(Q^*) = \frac{1}{N} [p(Q^*) - c] Q^* + \frac{(N-1)}{N} [U(Q^*) - c Q^*]$$

³² Esta expresión no incluye los costos hundidos. Sin embargo, esto no afecta la solución de (10).

³³ Los servicios de telefonía móvil y telefonía fija no necesariamente son sustitutos, de forma que el signo de ρ es ambiguo.

donde:

$$Q^* = \frac{\lambda Y^\delta F^\rho}{c^{-\varepsilon}} \left[1 + \frac{HHI}{\varepsilon} \right]^{-\varepsilon} \quad (12)$$

$$p(Q^*) = \frac{c}{\left[1 + \frac{HHI}{\varepsilon} \right]}$$

Nótese que cuando $HHI = 1$, se obtiene la solución de monopolio, mientras que cuando $HHI = 0$, se obtiene la solución de competencia perfecta.

Dado que $Q_M < Q^* < Q_C$, la solución del bienestar social es creciente en Q^* . De (12) se pueden anticipar las siguientes relaciones: el bienestar es creciente con respecto a Y (se espera que $\rho > 0$), decreciente con respecto al costo marginal c y decreciente con respecto a la concentración de mercado representada por el HHI ($\varepsilon < 0$).

Así, el bienestar social bajo competencia a la Cournot se expresa como:

$$W(Q^*) = U(Q^*) - c Q^* - N K \quad (13)$$

De forma que el bienestar social no depende de α , el grado de extracción de rentas en la subasta, sino más bien de la estructura final de mercado que viene dada por el HHI (ver ecuación 12). Como consecuencia, la venta de licencias a precios muy altos no puede interpretarse directamente como una mejora en bienestar, porque tales ingresos pueden ser el resultado de una alta concentración en la producción de mercado, en lugar de un alto valor de α_i , lo cual más bien puede reducir el bienestar social.

Es importante resaltar que el HHI y el parámetro α dependen en gran medida del diseño de la política regulatoria. Se obtiene un valor alto de α cuando el mecanismo de subasta

seleccionado previene la colusión, el bloqueo de entrada y el comportamiento depredador. Por otro lado, las decisiones del ente regulador sobre el número de licencias y la cantidad de espectro asignada, así como las reglas para los servicios ofrecidos, los modelos de negocios utilizados por los operadores y las tecnologías, van a influenciar en la estructura de mercado y por tanto en el HHI .

Los costos marginales están en función de las inversiones hundidas en espectro e infraestructura, donde $c = c(K, \phi_i S)$ se asume decreciente en la cantidad de espectro asignada y en el nivel de capital.

Ahora, se intenta evaluar el efecto de la política de espectro sobre el bienestar. Para ello suponga que el regulador decide incrementar el espectro asignado a cada licencia en igual cantidad, manteniendo constante el número de licencias y el mecanismo de subasta. Esta política provoca una reducción en el costo marginal, lo que lleva a una reducción en p^* y a un aumento en Q^* (ver ecuación (13)) y por ende a un incremento en el bienestar social. Sin embargo, también hay otro efecto a considerar, recordemos que el espectro y el capital son sustitutos y cuando se realizan las licitaciones, el capital todavía no es un costo hundido. Por tanto, entre mayor cantidad de espectro asignen las licencias, los requerimientos de capital de los operadores se van a reducir y menor va a ser la inversión necesaria para alcanzar un determinado nivel de costo marginal. Este efecto también incrementa el bienestar social.

El efecto de un incremento en la cantidad de espectro sobre el precio de la licencia (B_i) no es claro. De la ecuación (9), se observa que el precio se reduce y la cantidad se incrementa en respuesta a un incremento en la cantidad de espectro, por lo que el signo del primer término en paréntesis es ambiguo. Sin embargo, menores niveles de capital tienden a elevar

las ofertas por las licencias, especialmente, para el caso en que el efecto sustitución entre capital y espectro es muy fuerte (para bajos niveles de espectro). Este efecto disminuye a niveles más altos de espectro. Dado lo anterior, es plausible que el precio de las licencias como función del espectro exhiba una forma de U invertida.³⁴ No obstante, incrementos en las asignaciones de espectro siempre incrementan el bienestar social.³⁵

Un incremento en el número de licencias (N) produce resultados ambiguos. Por un lado, el incremento en el número de firmas eleva la competencia, ceteris paribus. Sin embargo, se producen dos efectos negativos a saber: primero, la cantidad de espectro asignada a cada licencia se reduce, incrementando el costo marginal; y segundo, el número de redes que deben ser construidas es mayor (cada red invierte K) con lo que se elevan los costos de capital. El número óptimo de licencias es aquel que equipara los efectos positivos y negativos.³⁶

2. *Estimación del modelo*

La implementación empírica del modelo está basada en la estimación de un sistema formado por una versión log-log de la ecuación de mark-up (ecuación 3) y de la función de demanda (ecuación 11). Ambas ecuaciones incluyen términos no lineales. El sistema de referencia está dado por:

³⁴ Es posible encontrar evidencia empírica de este efecto en Hazlett 2004.

³⁵ Esto no significa que siempre se deba asignar más espectro a un servicio particular, porque se deben considerar los costos de oportunidad en mercados alternativos.

³⁶ Los costos de inversión no siempre son aditivos, puede suceder que las firmas compartan activos tales como: torres, equipo electrónico, infraestructura física, etc.

$$\ln(IPM_{it}) = \alpha_0 + \alpha_1 \ln(Q_{it}) + \alpha_2 [\ln(Q_{it})]^2 + \alpha_3(HHI_{it}) + \alpha_4 [\ln(HHI_{it})]^2 + \alpha_5 \ln(Espectro_{it}) + \alpha_6 [\ln(Espectro_{it})]^2 + \alpha_7 \ln(Densidad_{it}) + \alpha_8 [\ln(Densidad_{it})]^2 + \alpha_9 Subasta_{it} + \alpha_{10} Notcpp_{it} + \varepsilon_{it} \quad (14)$$

$$\ln(IPM_{it}) = \beta_0 + \beta_1 \ln(Q_{it}) + \beta_2 [\ln(Q_{it})]^2 + \beta_3 \ln(PIBpca_{it}) + \beta_4 [\ln(PIBpca_{it})]^2 + \beta_5 \ln(Precio\ fij\ o_{it}) + \beta_6 [\ln(Precio\ fij\ o_{it})]^2 + \beta_7 Notcpp_{it} + \varepsilon_{it} \quad (15)$$

donde i denota el país y t el periodo. Las variables se definen como sigue:

<i>IPM</i>	Ingreso por minuto en dólares estadounidenses (US\$), por servicios de voz móvil. Se usa como aproximación del precio.
<i>Q</i>	Producción, medida como total de minutos de uso (totmin). Las unidades están en millones.
<i>HHI</i>	Índice de Herfindahl-Hirschman en el mercado (0 a 10,000)
<i>Espectro</i>	Definido como el total de banda ancha disponible (medido en MHz), para servicios de telefonía móvil para todos los operadores en el mercado.
<i>Densidad</i>	Medida como el promedio de habitantes por kilómetro cuadrado. Se utiliza como aproximación de la inversión en capital.
<i>Subasta</i>	Variable dummy=1 si las licencias radioeléctricas se ganan vía subasta; 0 en otro caso.
<i>Notcpp</i>	Variable dummy=1 si el mercado no utiliza la regla de “el que llama paga”; 0 en otro caso. La abreviación <i>Notcpp</i> obedece a la frase en inglés “ <i>Not using calling party pays</i> ”.
<i>PIBpca</i>	Producto interno bruto, por persona, ajustado por paridad del poder de compra, en US\$.
<i>Precio fij\ o</i>	Precio promedio de una llamada de tres minutos, en US\$, usando la red de telefonía fija (en periodo de pago máximo).

Las ecuaciones (14) y (15) representan un sistema de ecuaciones en las variables endógenas $\ln(IPM)$ y $\ln(tot\ min)$.

Dado que se tiene una muestra de países, se decidió utilizar un modelo de efectos fijos para controlar por factores específicos a los países, tales como diferencias institucionales (es decir, en (14) y (15) los interceptos cambian; α_0 es reemplazado por α_{0i} y β_0 por β_{0i} respectivamente). Se realizó la prueba F, para descartar que el modelo fuera de homogeneidad total y no de efectos fijos. Para calcularla, se obtuvieron los residuales del modelo restringido y del modelo irrestricto, y la hipótesis nula se planteó como: $H_0 : \alpha_{01} = \alpha_{02} = \dots = \alpha_{0N}$. En el caso de la ecuación de mark-up, la prueba arrojó un valor de $F_{(28,435)} = 52.88$ y en el caso de la ecuación de demanda la $F_{(28,435)} = 36.37$, mientras que el valor en tablas se mueve en el rango $[1.47, 1.54]$, por lo que ambos casos se rechaza la hipótesis de homogeneidad total y se acepta el modelo de efectos fijos. Cabe mencionar que esta prueba también se realizó para las ecuaciones del instrumento, y en ambos casos se rechazó la hipótesis de homogeneidad total a favor del modelo de efectos fijos.³⁷

Al elegir este tipo de modelo, las variables dummy: *Subasta* y *Notcpp*, que no varían para los países durante el periodo de análisis, tuvieron que ser excluidas, esto debido a la colinealidad con los efectos fijos.

Por otra parte, la variable *Precio Fijo* también generaba un problema, porque toma el valor de cero para ciertos países, por lo que se introdujo una nueva dummy llamada *dumPF*, la cual toma el valor de uno si el valor de la variable *Precio Fijo* es cero y cero en otro caso.

³⁷ El estadístico F toma un valor de $F_{(28,433)}=600.06$ para ecuación del primer instrumento y de $F_{(28,433)}=565.89$ para el segundo instrumento, con lo que claramente se rechaza la hipótesis nula.

Usando esta definición, se consideraron como regresores las dos variables: $dumPF$ y $(1 - dumPF) * \ln(\text{Precio Fijo})$, en lugar de considerar solo la variable Precio Fijo . Dado que $dumPF$ no cambia dentro del periodo de análisis para cada país, esta fue absorbida en los efectos fijos y la segunda variable se renombró $A\ln(\text{Precio Fijo})$.

Para evitar que el sistema de ecuaciones estuviera sesgado por la endogeneidad de la producción, se utilizó el método de mínimos cuadrados en dos etapas para estimar el modelo.³⁸ En la primera etapa se realizó la estimación de la variable instrumental. La cantidad total de minutos, considerada endógena, fue instrumentada regresando $\ln(Q)$ contra todas las variables exógenas del modelo. Los valores predichos fueron utilizados para ejecutar la estimación final. Para la segunda etapa se estimaron las regresiones (14) y (15) con esos valores estimados para el instrumento por mínimos cuadrados ordinarios. Finalmente, se revisó que se cumplieran las condiciones para que el modelo estuviera bien identificado.³⁹

De acuerdo a lo comentado anteriormente, el sistema de ecuaciones se transforma en:

$$\ln(IPM_{it}) = \alpha_{0i} + \alpha_1 \ln(Q_{it}) + \alpha_2 [\ln(Q_{it})]^2 + \alpha_3 (HHI_{it}) + \alpha_4 [\ln(HHI_{it})]^2 + \alpha_5 \ln(Espectro_{it}) + \alpha_6 [\ln(Espectro_{it})]^2 + \alpha_7 \ln(Densidad_{it}) + \alpha_8 [\ln(Densidad_{it})]^2 \quad (16)$$

$$\ln(IPM_{it}) = \beta_{0i} + \beta_1 \ln(Q_{it}) + \beta_2 [\ln(Q_{it})]^2 + \beta_3 \ln(PIBpca_{it}) + \beta_4 [\ln(PIBpca_{it})]^2 + \beta_5 A\ln(\text{Precio fijo}_{it}) + \beta_6 [A\ln(\text{Precio fijo}_{it})]^2 \quad (17)$$

³⁸ Si se ignora el problema de endogeneidad se llega a estimadores inconsistentes.

³⁹ Es decir, que el número de variables exógenas que son excluidas de las ecuaciones (14) y (15), sea mayor que el número de variables endógenas en cada ecuación.

El periodo para el que se realizó el estudio va del primer trimestre de 1999 al segundo trimestre del 2003, para el mercado de telefonía móvil en 29 países y la principal fuente de información fue Merrill Lynch. Para una descripción detallada de la muestra de países remitirse al Apéndice de Fuentes de Información. Para un resumen de estadísticas descriptivas véase la tabla 1.

Tabla 1: Estadísticas Descriptivas					
Variable	Obs	Media	Desv. Stand.	Min	Max
Totmin (MM/Mes)	488	2762,62	8064,65	35,45	78338,39
IPM (US\$)	470	0,21	0,08	0,07	0,62
HHI (1-10000)	522	4095,79	1531,77	1648,00	10000,00
Espectro (MHz)	522	174,72	99,38	36,40	530,00
Densidad (Hab/Km ²)	522	536,02	1633,93	2,46	6832,46
PIBpca (US\$/Año)	522	21071,33	8899,45	4953,00	38278,00
Precio Fijo (US\$)	522	0,09	0,05	0,00	0,19

En la estimación del sistema formado por las ecuaciones (16) y (17), se detectó un problema de correlación serial en los periodos en cada ecuación. Para resolverlo, se asumió una estructura para la correlación de los residuos de un país dado para diferentes periodos, manteniendo el supuesto de que los residuos de diferentes países están no correlacionados.

Es decir,

$$E(\varepsilon_{it} \varepsilon_{js}) = \begin{cases} \sigma_{is} & \text{si } i = j \\ 0 & \text{si } i \neq j \end{cases}$$

Con el supuesto anterior se resuelve el problema de correlación serial. Luego, se estimó la matriz de varianzas-covarianzas de los residuos para la muestra. Por tanto, lo que se utilizó en realidad fue un modelo de mínimos cuadrados en tres etapas.

La tabla 2 muestra los resultados de la estimación del sistema de ecuaciones definido por (16) y (17).

Tabla 2: Resultados Log-Log. Variable Dependiente ln(IPM)		
Modelo de Efectos Fijos		
Variables Independientes	Ecuación de Mark up	Ecuación de Demanda
ln (Totmin)	0,80 (2,22)	-0,68 (-7,44)
[ln (Totmin)] ²	-0,06 (-2,47)	
ln (HHI)	0,60 (7,53)	
ln (Espectro)	-0,10 (-6,14)	
ln (Densidad)	-0,47 (-2,86)	
ln (PIBpca)		8,31 (2,62)
[ln (PIBpca)] ²		-0,33 (-1,91)
A ln (Precio Fijo)		2,48 (2,90)
A [ln (Precio Fijo)] ²		0,47 (2,50)
Constante	-6,44 (-6,03)	-4,43 (-2,92)
No. Observaciones	469	469
R-Cuadrada	0,80	0,81
Durbin Watson	1,99	1,96

Notas:

Las estimaciones se llevaron a cabo por Mínimos Cuadrados en Tres Etapas (3SLS estimation), para ajustar por correlación serial.

El estadístico t se muestra entre paréntesis bajo cada coeficiente. Todos los coeficientes son significativos al nivel de confianza del 95%.

El estadístico Durbin Watson es cercano a 2, lo cual sugiere que no existen problemas de autocorrelación.

Al observar la primera columna de la tabla, se nota que algunos términos cuadráticos fueron descartados de la especificación del modelo (ecuaciones 16 y 17), esto debido a que resultaban no significativos a los niveles de confianza convencionales. Tal es el caso de $[\ln(Tot\ min)]^2$ en la ecuación de demanda y de $[\ln(HHI)]^2$, $[\ln(Espectro)]^2$ y $[\ln(Densidad)]^2$ en la ecuación de mark up. El hecho de que el coeficiente de la variable $[\ln(Tot\ min)]^2$, en la ecuación de demanda, resulte no significativo, se puede interpretar como que la elasticidad precio de la demanda es constante. Por tanto, siguiendo la ecuación (3) de mark up, el precio va a ser afectado por la cantidad total de minutos (Q), sólo a través de la participación de mercado, la cual viene dada por $s_i = q_i / Q$.⁴⁰

Aunque el propósito de este ejercicio no es medir la elasticidad precio de la demanda, cabe mencionar que para el modelo estimado, la misma alcanza un valor de -1.46, que es ligeramente superior a otras estimaciones reportadas en la literatura referente a este mercado.⁴¹ Además, la función de demanda estimada exhibe una disposición a pagar positiva con respecto al PIB per capita (ajustado por paridad del poder de compra), aunque decreciente, según lo indica el signo negativo del término al cuadrado. La disposición a pagar por la telefonía móvil también es positiva con respecto al precio de una llamada usando telefonía fija, lo cual indica que ambos servicios son sustitutos.

En la ecuación de mark up, el coeficiente estimado de la variable $\ln(HHI)$ resulta significativo y de signo positivo, indicando que una mayor concentración de mercado (medida por un valor más alto del Índice Herfindahl-Hirschman) resulta en un precio más

⁴⁰ El caso particular en que la ecuación de mark up depende de la cantidad de minutos, solamente a través de la elasticidad de la demanda, ocurre cuando se asume que cada licencia conlleva la misma cantidad de espectro asignado.

⁴¹ Ingraham y Sidak estimaron que la elasticidad de la demanda en Estados Unidos, para servicios de telefonía móvil, se ubica entre -1.12 y -1.29.

elevado del servicio de telefonía móvil. Al contrario, un incremento en la cantidad de espectro asignado, resulta en una disminución del precio, como lo señala el signo negativo del coeficiente en la variable $\ln(\text{Espectro})$. Estos resultados son consistentes con la teoría económica, pues es de esperar que entre más competitivos sean los mercados, menores sean los precios de los servicios ofrecidos; y entre mayor sea la disponibilidad del espectro radioeléctrico, menores serán los costos fijos y los gastos variables de operación. Entre más bajos sean los costos fijos más se estimula la entrada de firmas, lo cual también reduce el precio por un incremento en la competitividad (menor HHI), mientras que la reducción en los costos marginales lleva directamente a precios más bajos.

Finalmente, el precio de la telefonía móvil cae con la densidad, según lo indica el signo negativo de su coeficiente. La razón es que la densidad se utiliza como proxy de la inversión y los costos marginales son decrecientes con respecto a la cantidad dada de capital físico requerido para proveer servicios en un área particular. De modo que a mayor densidad es razonable que disminuya el costo marginal y por ende el precio.

Lamentablemente, no fue posible estudiar en el modelo empírico, el efecto que tendría sobre el precio de la telefonía móvil, la adopción de un esquema liberal con respecto a la asignación de espectro. Este punto se había pensado abordar mediante la incorporación de una variable dummy que distinguiera a los países liberales en la ecuación de mark up. Sin embargo, no es posible introducir variables dummy en un modelo de efectos fijos. A pesar de ello, si fue posible observar que los efectos fijos de los países considerados más liberales (Australia y Nueva Zelanda) se encuentran entre los más bajos de la muestra, lo cual indica que manteniendo todas las demás variables constantes, estos países exhiben precios más bajos para el servicio de telefonía móvil.

En resumen, el modelo de panel presentado anteriormente permitió identificar y cuantificar el efecto de los principales determinantes del bienestar social en los mercados de telefonía móvil. Específicamente, se encontró que la cantidad de espectro asignada y el grado de competitividad del mercado, parecen ser los detonantes más importantes del bienestar social. Los resultados de este modelo empírico se abordarán nuevamente en el siguiente capítulo, con el fin de realizar simulaciones para el caso particular de Costa Rica. El propósito de las simulaciones es predecir el efecto sobre los precios y el producto que tendrían lugar ante variaciones en la cantidad de espectro disponible en el mercado, permitiendo así calcular los cambios en el excedente del consumidor, bajo diferentes escenarios.

Apéndice del capítulo

Fuentes de datos

La principal fuente de datos es: “Global Wireless Matrix 2Q03: Quarterly Update Industry Metrics,” Merrill Lynch Global Securities Research & Economics Group, Global Fundamental Equity Research Department.

Esta base incluye información trimestral para el mercado de telefonía móvil en 46 países, desde el cuarto trimestre de 1998 al segundo trimestre del 2003. Toda la información fue obtenida de esta fuente excepto la respectiva a las siguientes variables:

- Espectro y Subasta: Las principales fuentes son:
 - El ente regulador de las telecomunicaciones en cada país y el Ministerio de Comunicaciones.
 - “Economist Intelligence Unit ViewsWire database”
 - La Comisión Europea y la Oficina de Radio Comunicaciones Europea.
 - El Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), para el caso particular de Costa Rica.

- AGDPPC (Producto Interno Bruto por persona ajustado por paridad del poder de compra):
 - Fondo Monetario Internacional (FMI), World Economic Outlook (WEO) Database.

- Densidad: Se construyó como población / área, donde las fuentes son:
 - Merrill Lynch para área.
 - Indicadores de desarrollo del Banco Mundial para área.
 - El Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) y el ICE, para el caso particular de Costa Rica.

- Fixprice: La fuente es la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT).

De acuerdo a la disponibilidad de la información, se trabajo con una muestra de 29 países para el periodo que va del primer trimestre de 1999 al segundo trimestre del 2003. Los países elegidos para incluirse en el estudio fueron los siguientes:

1	Alemania	11	Costa Rica	21	Irlanda
2	Argentina	12	Dinamarca	22	Italia
3	Australia	13	España	23	México
4	Austria	14	Estados Unidos	24	Noruega
5	Bélgica	15	Finlandia	25	Nueva Zelanda
6	Brasil	16	Francia	26	Portugal
7	Canada	17	Grecia	27	Reino Unido
8	Checoslovaquia	18	Holanda	28	Singapur
9	Chile	19	Hong Kong	29	Venezuela
10	Colombia	20	Hungría		

Capítulo IV

Estudio de Caso:

Asignación de Espectro en Costa Rica para Telefonía Móvil

En este capítulo se estudia la asignación de espectro para el servicio de telefonía móvil en Costa Rica. En la primera sección, se presentan los antecedentes de las telecomunicaciones en el país y el surgimiento del Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), como operador incumbente del sector. En una segunda sección, se explica el funcionamiento de los organismos involucrados en la regulación del espectro radioeléctrico en Costa Rica y la forma en que se asigna este recurso. Posteriormente, se considera el uso de las bandas para telefonía móvil y el tipo de tecnologías que operan en el país, así como los principales indicadores de telefonía móvil. Finalmente, se realizan simulaciones para determinar cómo cambiaría el precio de la telefonía celular y el excedente del consumidor en el país, si se incrementara la cantidad de espectro disponible, reduciendo simultáneamente la concentración de mercado.

1. Breve reseña histórica

En Costa Rica, de acuerdo a la ley, las telecomunicaciones se ofrecen en condiciones monopólicas. El operador incumbente es el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), una institución estatal creada mediante el Decreto - Ley No. 449 del 8 de abril de 1949. El ICE está dotado de plena autonomía e independencia administrativa, técnica y financiera.

Su función primordial es desarrollar, ejecutar, producir y comercializar todo tipo de servicios públicos de electricidad y telecomunicaciones, así como actividades o servicios complementarios a estos.⁴²

En sus inicios, la institución se dedicó por completo a solventar los problemas de escasez de energía eléctrica que apremiaban en el país. Así, le fueron encomendadas la construcción y puesta en servicio de plantas de energía hidroeléctrica, con sus correspondientes redes de distribución.⁴³

Posteriormente, en 1963 y por medio de la Ley No. 3226, se le confirió al ICE un nuevo objetivo: el establecimiento, mejoramiento, extensión y operación de los servicios de comunicaciones telefónicas, radiotelegráficas y radiotelefónicas en el territorio nacional.

El ICE tomó las riendas de las telecomunicaciones de manos de la transnacional Electric Bond and Share, que había monopolizado los servicios telefónicos en Costa Rica desde 1925, por medio de su subsidiaria: American Foreign Power CP. En 1963, esta empresa transnacional le propuso al Estado que éste asumiera el servicio telefónico del país, debido al deterioro tan severo que experimentó el mismo a partir de mediados del siglo XX, lo cual ameritaba extender nuevas redes y cambiar el sistema manual por centrales automáticas, implicando un alto costo de inversión.

En 1969, el ICE instaló las primeras centrales telefónicas automáticas y a partir de entonces las telecomunicaciones aceleraron su desarrollo.⁴⁴

⁴² Con el paso del tiempo, el ICE ha evolucionado como un grupo de empresas estatales integrado por: el ICE (Sectores Electricidad y Telecomunicaciones), Radiográfica Costarricense S.A. (RACSA) y la Compañía Nacional de Fuerza y Luz S.A. (CNFL).

⁴³ Raventós (1997).

⁴⁴ Ver página electrónica del ICE, Historia de las Telecomunicaciones en Costa Rica. www.grupoice.com/esp/tele/infobase/hist.htm.

Otro hecho histórico relevante, acaecido durante la década de los sesenta, fue que el ICE formó una sociedad mixta, a partes iguales, con la Compañía Radiográfica Internacional de Costa Rica, denominada Radiográfica Costarricense, S.A. (RACSA), bajo el amparo de la ley No. 3293. Posteriormente, en 1975 el ICE compró la totalidad de las acciones de RACSA, lo que años más tarde le permitiría monopolizar la comercialización de los servicios de Internet.

De acuerdo a la ley No. 3226, Artículo 2^o, el ICE deberá prestar los servicios de telecomunicaciones como servicio público al costo y su precio se establecerá en forma que el ingreso anual permita cubrir:

- a. Los gastos de operación y mantenimiento;
- b. Una remuneración adicional que fijará el Servicio Nacional de Electricidad sobre el activo fijo neto;
- c. Una cuota prudencial de depreciación de equipos, instalaciones, edificios y otros bienes;
- d. Impuestos y tasas legalmente establecidos; y
- e. Costo de la función reguladora que ejercerá el Servicio Nacional de Electricidad (SNE) en materia de tarifas.

En 1996, mediante la Ley No. 7593, el SNE es transformado en la Autoridad Reguladora de Servicios Públicos (ARESEP), adquiriendo esta última todas sus potestades.

2. Regulación del sector

La regulación del espectro radioeléctrico en Costa Rica involucra a dos organismos: el Departamento de Control Nacional de Radio (DCNR) que se encarga de administrar y monitorear el espectro, y la ARESEP que ejerce el papel de ente regulador multisectorial, responsable por las telecomunicaciones.

2.1. El papel del DCNR

El DCNR es una dependencia del Ministerio de Gobernación y Policía, establecida por la Ley de Radio No. 1758 del 19 de Junio de 1954. Sus actividades se rigen por el Reglamento de Atribución de Frecuencias, Decreto No. 27554-G del 6 de noviembre de 1998 y más recientemente por el Reglamento de Radiocomunicaciones, Decreto No. 31608-G del 24 de junio de 2004.

La misión fundamental de este departamento es regular la asignación, registro y uso de las frecuencias radioeléctricas en el país, en cumplimiento de lo establecido en el Artículo 121, inciso 14-C de la Constitución Política de Costa Rica y conforme a los requisitos técnicos y operativos de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) y de la Comisión Interamericana de Telecomunicaciones de la OEA (CITEL).

Al DCNR le corresponde servir, no sólo a la industria de la telefonía móvil, sino también a otros usuarios del espectro en el país tales como operadores de radio, televisión, radio privado, aeronáutica, radar, navegación, aficionados, etc.

Este Departamento contó con un presupuesto para el 2005 de, aproximadamente, 180 mil dólares, de los cuales sólo el 55% proviene de cánones por uso de espectro. Estos cánones no se ajustan desde hace varios años, por lo que los montos recaudados por usuario son sumamente bajos y el ICE (principal consumidor de espectro) no paga suma alguna.

Si bien, por ley, el DNCR tiene jurisdicción sobre todos los usuarios de frecuencias (privados o públicos) del espectro comercial en el país, en la práctica el ICE y RACSA, que en conjunto utilizan el 67% de este espectro, se auto-asignan las frecuencias que requieren, limitándose a informar del hecho al Departamento.⁴⁵

Actualmente, el DNCR opera de la siguiente forma: el espectro se asigna al primero que lo solicite, que cumpla con los requisitos administrativos y que pague los derechos correspondientes. La frecuencia se asigna por tiempo indefinido, siempre y cuando el pago anual de cánones se mantenga. Esta práctica ha dado lugar a un recurso de inconstitucionalidad contra la Ley de Radio, que está en estudio desde el 2003.

Entre las principales limitaciones del DNCR está que dispone de muy poco equipo fijo (que tampoco es moderno) para verificar el uso correcto del espectro y no cuenta en absoluto con equipo de verificación móvil. Adicionalmente, se argumenta que las bajas tarifas afectan el uso eficiente del espectro, ya que no permitirían la administración eficiente del recurso, ni la adquisición de tecnología para un control adecuado del mismo.⁴⁶

⁴⁵ Las cifras sobre la participación del ICE en la asignación de espectro provienen del DCNR, Ministerio de Gobernación de Costa Rica, 2004. Para más detalle ver la tabla denominada “Asignación de Espectro en Costa Rica”, presentada en la sección 3 de este capítulo.

⁴⁶ Ver Sequeira, Rafael; Sancho, Renán; Murillo, Melvin; y Sanchez, Yaila: “Propuestas Administrativas y Legales para el mejoramiento del Departamento Nacional de Control de Radio”. Mayo 2001.

2.2. *El papel de la ARESEP*

La regulación de las telecomunicaciones en el país le corresponde a la ARESEP. Esta entidad cuenta con personería jurídica y patrimonio propio, así como autonomía técnica y administrativa. La ARESEP se financia mediante cánones y contribuciones que pagan los operadores de los servicios públicos y por medio de asignaciones presupuestarias del Gobierno. En el 2004, el presupuesto de la entidad ascendió a los \$800,000 dólares, una cifra bastante superior a la del DCNR.

Los objetivos generales del ente regulador son los siguientes:⁴⁷

- Armonizar los intereses de los consumidores, usuarios y prestatarios de los servicios públicos.⁴⁸
- Asegurar que los servicios públicos se brinden de conformidad con el principio de servicio al costo.⁴⁹
- Formular y velar para que se cumplan los requisitos de calidad, cantidad, oportunidad, continuidad y confiabilidad necesarios para prestar en forma óptima los servicios públicos, asegurando que estos se brinden a precios y tarifas que contemplen y garanticen el adecuado desarrollo de la actividad, y tomen en cuenta las estructuras productivas modelo de cada servicio.

⁴⁷ Para más detalle refiérase a la Ley de la Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos, No. 7593 del 9 de agosto de 1996 (Artículo 4).

⁴⁸ Se entenderá por prestatario del servicio público al sujeto público o privado que presta servicios públicos por concesión, permiso o ley (Ley No. 7593).

⁴⁹ El servicio al costo es un principio que determina la forma de fijar las tarifas y los precios de los servicios públicos, de manera que se contemplen únicamente los costos necesarios para prestar el servicio, que permitan una retribución competitiva y garanticen el adecuado desarrollo de la actividad (Ley No. 7593).

En relación a los servicios de telecomunicaciones, las principales funciones de la Autoridad Reguladora son las siguientes:

- Fijar tarifas.
- Emitir normas y reglamentos de calidad.
- Atender quejas y denuncias de los usuarios.
- Ejercer controles sobre las instalaciones y los equipos.
- Realizar programas de seguimiento técnico.

Actualmente, el papel de la ARESEP en materia de espectro es muy limitado, la mayor parte de las potestades relacionadas con este recurso descansan en manos del DCNR. No obstante, se están realizando esfuerzos para lograr una mayor vinculación de la entidad en este campo. Los objetivos del regulador en relación al espectro se pueden resumir de la siguiente manera:

- Velar porque el uso del espectro, en las frecuencias de banda asignadas a los operadores, no se vea afectado por problemas de interferencia.
- Administrar el espectro radioeléctrico de una forma imparcial, transparente e independiente.
- Optimizar el uso del espectro radioeléctrico de acuerdo a las necesidades y posibilidades que ofrece la tecnología

Según se desprende de los objetivos anteriores, el regulador aspira a ejercer un papel preponderante en el manejo del espectro radioeléctrico. De hecho, la práctica común, a nivel internacional, es que el regulador se encargue de los aspectos claves en la asignación y control del espectro, de las licitaciones de los servicios de telecomunicaciones, de la regulación de tarifas y de los conflictos de interconexión.⁵⁰ Sin embargo, en Costa Rica estas responsabilidades están repartidas, lo que genera una descoordinación de funciones, un desperdicio de recursos por parte del Gobierno y finalmente problemas en la asignación del espectro.

Dado lo anterior, es de esperar que en un futuro se conforme en el país una sola entidad reguladora de las telecomunicaciones. Una medida de este tipo sería un avance importante en la administración del recurso, pero no hay que perder de vista que la principal reforma debe ir dirigida hacia la flexibilización en la asignación de espectro, con el propósito de que este fluya hacia los operadores y usos más eficientes.

3. Asignación del espectro para telefonía móvil

El único proveedor de servicios de telecomunicaciones en Costa Rica, el ICE, utiliza la mayor proporción del espectro radioeléctrico disponible en el país, para brindar diferentes servicios. Según datos del Plan Nacional de Atribución de Frecuencias Radioeléctricas (PNAF) y de los registros del DCNR, en el 2004 el ICE ocupaba el 67% del espectro comercial en Costa Rica, tal y como se puede apreciar en la siguiente tabla:

⁵⁰ En un régimen de derechos de propiedad sobre el espectro estas funciones del Regulador se verían restringidas, excepto en el caso de conflictos de interconexión.

Tabla 1: Asignación de Espectro en Costa Rica

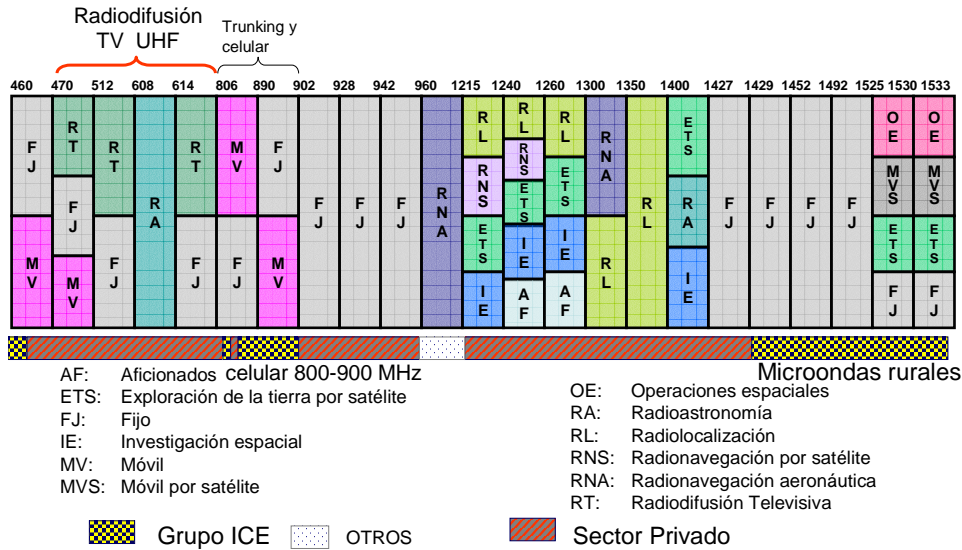
Entidad	Número de Frecuencias Asignadas		Espectro		
			MHz	Porcentaje	
ICE - RACSA	1.007.185			12.589,8	66,83%
Radio- comunicación	5.292	Empresas Privadas	4.922	3.995,8	21,21%
		Servicios de Emergencias	61		
		Min. Seguridad Pública	166		
		Otros Ministerios	41		
		Taxis	33		
		Transmisión de datos	8		
		Otros	61		
Servicios Troncalizados	800	Empresas Privadas	180		
		ICE	215		
		Comisión Nal. Emergencia	5		
		Seguridad y asistencia	200		
		Libres	200		
Servicio Buscapersonas	12		12		
Radiodifusión Sonora y Televisiva	440	Canales TV	70	2.251,8	11,95%
		Enlaces Canales TV	60		
		Radiodifusión Onda Corta	18		
		Radiodifusión AM	76		
		Enlaces Radiodifusión AM	41		
		Radiodifusión FM	74		
		Enlaces Radiodifusión FM	101		
Total	1.013.729			18.837,4	100%

Fuentes: PNAF y DCNR, 2004.

La tabla anterior ofrece una idea clara de la participación del ICE en la asignación de espectro en el país. Sin embargo, se pueden obtener resultados más interesantes al observar como se distribuye esta asignación en las bandas específicas. Para efectos de este estudio es importante analizar, en particular, el uso de dos bandas de frecuencias:

i. 460-1533 MHz:

CUADRO DE ATRIBUCION DE BANDAS DE FRECUENCIAS DE 460 MHz A 1533 MHz



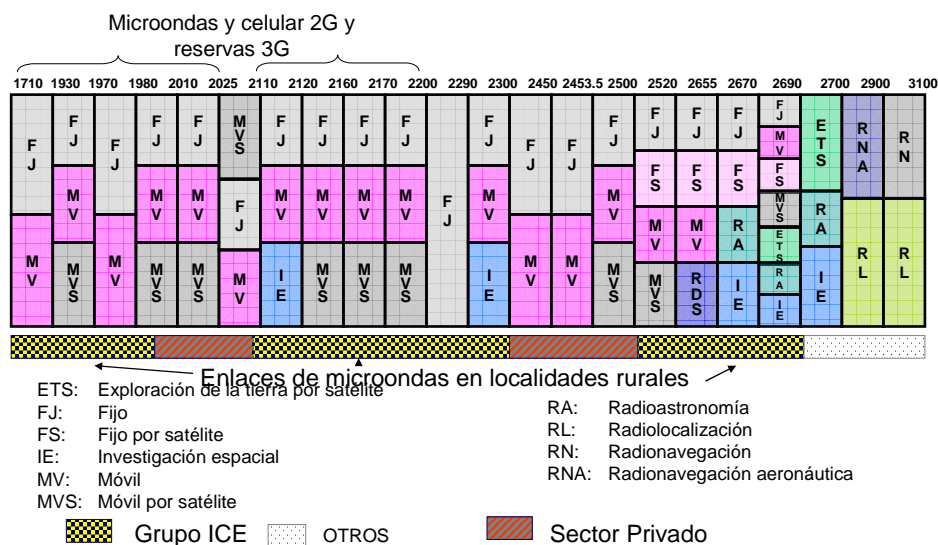
Actualmente, el ICE tiene ocupado todo el espectro factible de ser utilizado para telefonía móvil en la banda de 800-900 MHz. En particular, de los 824-892 MHz, el ICE tiene ocupadas las dos sub-bandas que existen, la A y la B, y sus espejos para los sistemas TDMA (Time Division Multiple Access). En la mayoría de los países de América, incluido los Estados Unidos, estas bandas son utilizadas por dos operadores competitivos.

El sistema de banda A está basado en la tecnología Ericsson y cubre San José (la capital del país) y áreas rurales (cuenta con alrededor de 137 estaciones base). El sistema de banda B está basado en la tecnología Lucent y cubre únicamente San José (cuenta con alrededor de 107 estaciones base).

La capacidad total de la red de TDMA es, aproximadamente, de 543,000 suscriptores que están divididos entre las dos principales redes, Ericsson y Lucent.

ii. 1533-3000 MHz:

CUADRO DE ATRIBUCION DE BANDAS DE FRECUENCIAS DE 1710 MHz A 3000 MHz



En la banda de 1533-1710 MHz, no es claro si el ICE tiene algún derecho, no obstante estas bandas son utilizadas para servicios de satélite.

De los 1710-1880 MHz, el ICE está utilizando las sub-bandas A y B para la tecnología GSM (Global System for Mobile Communication) y planea usar la C y la D para las

600.000 nuevas líneas celulares GSM, que se espera empiecen a funcionar en el país en diciembre de 2005.⁵¹

La banda de 1900 MHz se piensa utilizar para la tecnología PCS (Personal Communications Services) de tercera generación ó 3G, lo que permitiría la eliminación de los sistemas de TDMA.

Además, el ICE tiene asignada la banda de 2500-2600 MHz, que en el futuro se puede utilizar para la expansión de la 3G.

De esta forma, el ICE tiene asignadas todas las bandas que podrían ser utilizadas para telefonía móvil en el país, las cuales típicamente son asignadas a varios operadores.

El hecho de que el ICE posea dos redes similares también es una práctica inusual. Internacionalmente se acostumbra expandir la red existente, lo cual cuesta una fracción del costo de una nueva red para la misma capacidad de usuarios. Desde el punto de vista de la eficiencia, la duplicación de la red por parte de un único operador implica claramente un uso ineficiente de los recursos.

En cuanto a la cantidad de espectro asignada para el servicio de telefonía móvil, informes del ICE señalan que al mes de agosto de 2005, se utilizaban 93 MHz de espectro para ofrecer este servicio. La tabla 2 muestra el comportamiento de la variable en los últimos años.

⁵¹ En Costa Rica, la banda de 1800 MHz está dividida en 5 sub-bandas de 15 MHz cada una. La división viene dada de la siguiente manera: sub-banda A (Rx 1710-1725 MHz, Tx 1805-1820 MHz), sub-banda B (Rx 1725-1740 MHz, Tx 1820-1835 MHz), sub-banda C (Rx 1740-1755 MHz, Tx 1835-1850 MHz), sub-banda D (Rx 1755-1770 MHz, Tx 1850-1865 MHz) y sub-banda E (Rx 1770-1785 MHz, Tx 1865-1880 MHz). Usualmente, una sub-banda de 15 MHz podría ser suficiente para un operador de gran tamaño.

Tabla 2:
Costa Rica, Telefonía Móvil
Cantidad de Espectro Asignada
(1999-2005)

Año	Cantidad de Espectro (en MHz)
1999	48
2000	48
2001	48
2002	93
2003	93
2004	93
2005*	93

Fuente: ICE

* La cifra del 2005 es al mes de agosto.

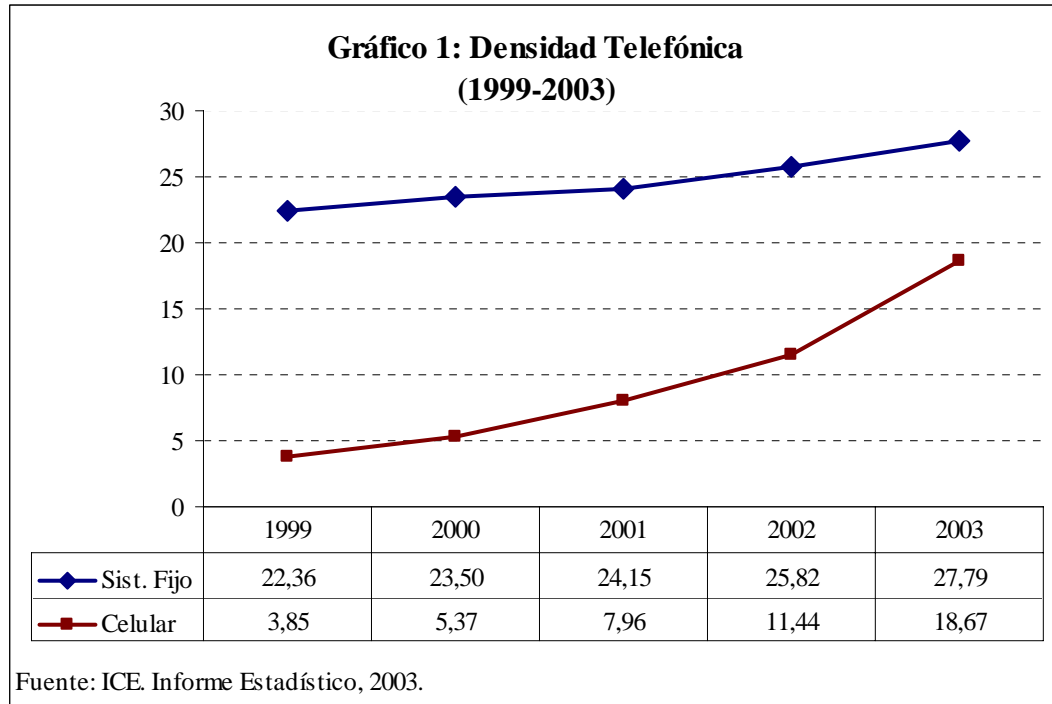
El incremento de 48 MHz a 93 MHz en el 2002, se explica por la introducción de la telefonía GSM en el país.

4. *Indicadores de telefonía móvil*

Costa Rica posee una densidad de 18,67 teléfonos móviles por cada 100 habitantes (ver Gráfico 1). En números absolutos se tiene un total de 943.000 líneas instaladas, aproximadamente, una por cada cuatro personas. De ese total, 400.000 líneas (42%) son de la tecnología GSM y 543.000 (58%) del tipo TDMA.⁵²

En el campo de la telefonía fija, la posición del país es más destacada. Se cuenta con una densidad de 27,79 líneas telefónicas fijas por cada 100 habitantes, ocupando el primer lugar de Centroamérica y el segundo lugar considerando Suramérica.

⁵² La diferencia entre ambas tecnologías es que la GSM tiene mayor capacidad para transmitir datos como imágenes, fotos y navegar en Internet.



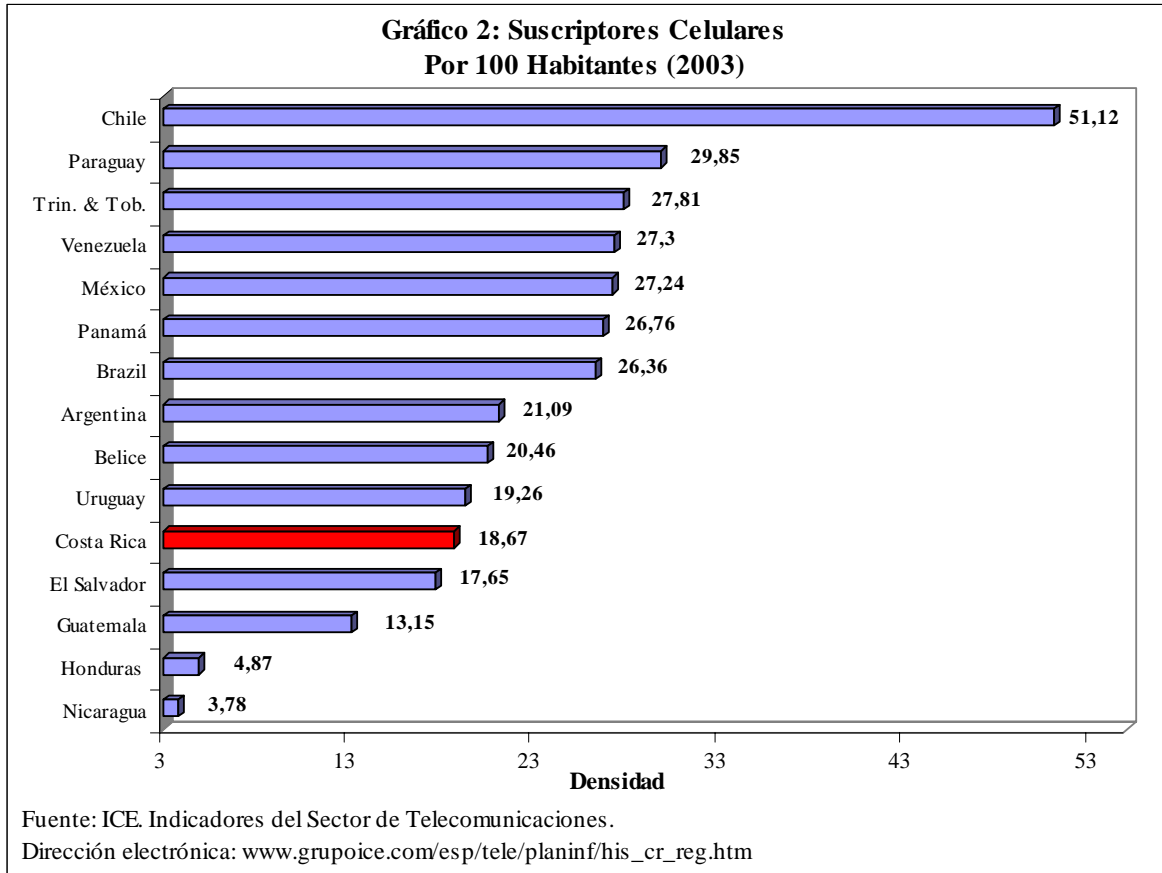
La demanda insatisfecha de líneas celulares, para el mes de febrero de 2005, se estimaba en 400.000 líneas, incluyendo las que podrían operar con el sistema de prepago. En las líneas prepago los usuarios compran una tarjeta con cierto número de minutos para hablar. Ese método es muy usado por padres que dan teléfonos a sus hijos.⁵³

Con la entrega de 600.000 nuevas líneas celulares GSM⁵⁴, proyectada para diciembre de 2005, el número de teléfonos celulares activos por cada 100 habitantes aumentaría a casi 40, mejorando significativamente la posición del país con respecto a sus vecinos de Latinoamérica.

Según cifras recabadas por el ICE, para el año 2003, la lista de posiciones en cuanto a densidad de telefonía celular es la siguiente:

⁵³ Refiérase al artículo “Agotados celulares en el país”, publicado el 8 de febrero de 2005 en el periódico La Nación. Dirección electrónica: http://www.nacion.com/ln_ee/2005/febrero/08/pais2.html

⁵⁴ Para la operación de las 600,000 líneas se usarán bandas pareadas de 15 MHz.



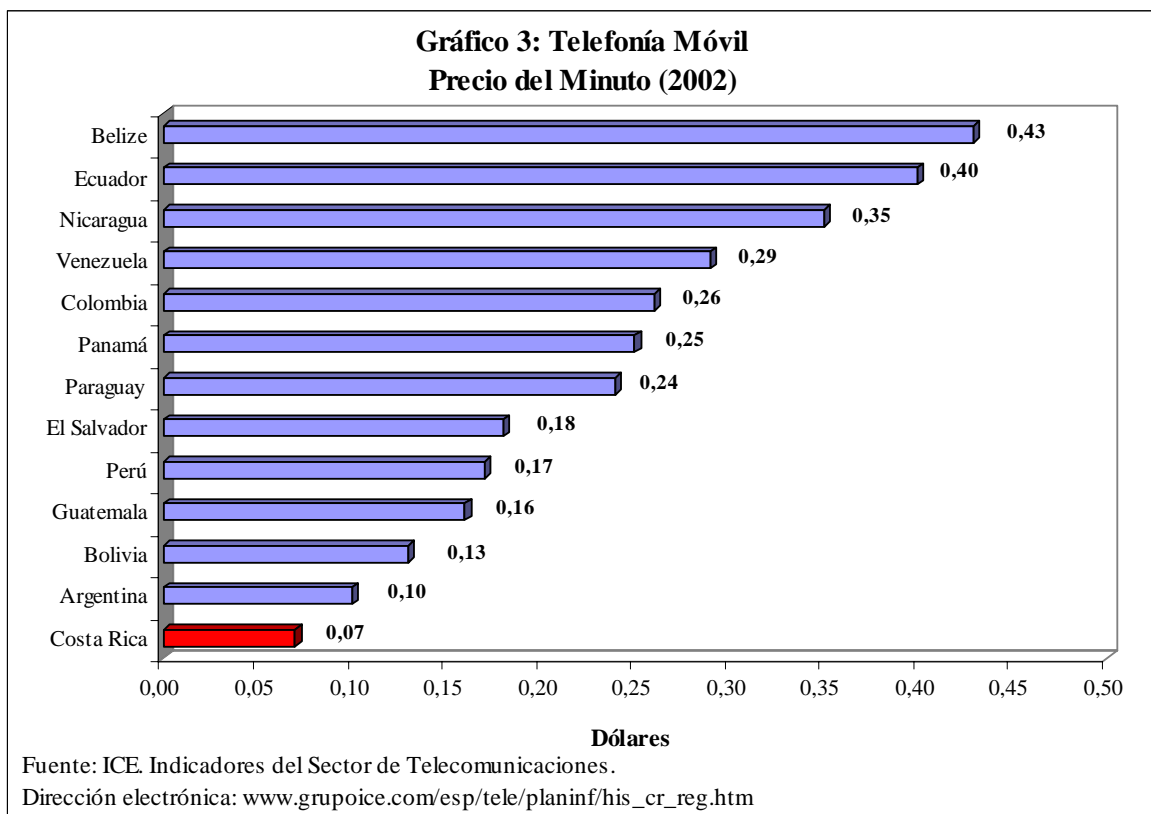
Con respecto al precio por minuto de una llamada por celular en tarifa plena (de lunes a viernes de 7 a.m. a 7 p.m.), este asciende a ¢30 colones, aproximadamente \$8 centavos de dólar, mientras que en tarifa reducida (el resto del tiempo) es de ¢23 colones, alrededor de \$7 centavos de dólar. En la tabla 3, se muestra el desglose de tarifas durante el período 1999-2003.

La tarifa reducida de Costa Rica es la más baja de Latinoamérica tal y como se puede apreciar en el Gráfico 3.

Tabla 3:
Costa Rica, Telefonía Móvil
Precio del Minuto en Dólares
(1999-2003)

Año	Precio Minuto Pleno	Precio Minuto Reducido	Precio Minuto Promedio
1999	0,12	0,07	0,11
2000	0,10	0,06	0,09
2001	0,09	0,07	0,08
2002	0,08	0,06	0,07
2003	0,08	0,06	0,07

Fuente: ICE. Informe Estadístico, 2003.



Los precios tan bajos de la telefonía celular han contribuido a que Costa Rica sea catalogada como el tercer país del mundo que más minutos en llamadas de teléfonos

celulares consume por persona por mes. Para ser exactos, 286 minutos en promedio. Sólo es superada por Estados Unidos, con 474 minutos y por Hong Kong, con 350 minutos.⁵⁵ Este nivel de consumo definitivamente no es compatible con el ingreso per cápita del país, situación que, unida al problema de demanda insatisfecha que se mencionó anteriormente, constituyen indicios de que el servicio está fuertemente subsidiado.

5. *Efectos de incrementar el espectro disponible para telefonía móvil*

En esta sección se llevan a cabo simulaciones, utilizando los parámetros reportados en la Tabla 2 del Capítulo III, referentes al mercado de telefonía móvil. Con las simulaciones se intenta mostrar el impacto sobre el excedente del consumidor en Costa Rica, de incrementos exógenos en la cantidad de espectro disponible en el mercado.

Los resultados del ejercicio difieren según la política que adopte el regulador al colocar el espectro, de tal forma que se pueden distinguir dos escenarios: en el primero, el regulador asigna el espectro manteniendo constante el nivel de concentración en el mercado, es decir, le asigna todo el espectro adicional al operador incumbente (al ICE), en el segundo caso, el regulador coloca el espectro adicional entre distintos operadores con el fin de incrementar la competitividad en el sector de telefonía móvil.

Con respecto al segundo escenario, en el cual se busca incentivar la competencia, se tiene que el aumento en la cantidad de espectro disponible va a estar negativamente relacionado con el HHI. Para incorporar este efecto, se contempló la opción de estimar una elasticidad HHI-Espectro, usando una tercera regresión en el sistema de ecuaciones dado por (16) y

⁵⁵ Refiérase al artículo de Juan Fdo. Cordero, “Una Medalla de Bronce”, publicado en el periódico La Nación, del 9 de febrero de 2005. http://www.nacion.com/ln_ee/2005/febrero/09/opinion1.html.

(17) en el Capítulo III. Sin embargo, esta opción estaría subestimando el impacto de la política sugerida, ya que algunos países de la muestra ni siquiera mostraron cambios en la cantidad asignada de espectro para telefonía móvil a lo largo de todo el periodo analizado. Por esta razón, se decidió correr regresiones log-log individuales en aquellos países donde el espectro verdaderamente cambió. Posteriormente, se tomó el promedio de las elasticidades HHI-Espectro de esos países, el cual es aproximadamente de -0,1695. La elasticidad anterior, se utilizó para modificar el HHI de acuerdo al incremento asumido en el espectro.⁵⁶

Una vez resuelto el asunto de la elasticidad HHI-Espectro, se realizaron las simulaciones de acuerdo al siguiente procedimiento:

- Primero se construye el “escenario país”, es decir, se eligen los valores de las variables exógenas (en logaritmos), para el país en estudio, en un punto determinado del tiempo. En el caso de Costa Rica, se tomaron los datos al primer trimestre de 2003. Luego, se usan los parámetros del modelo estimado para calcular el instrumento y con la ecuación de mark-up se obtiene el IPM (Ingreso por Minuto) esperado.
- Segundo, se varía la cantidad de espectro (en MHz) asignada al sector de telefonía móvil, manteniendo fijas las variables exógenas. Se asumen incrementos en la cantidad de espectro asignado de 20, 40, 80 y 160 MHz. Luego, para evaluar el efecto de la segunda política, se calcula el HHI asociado a cada incremento del espectro a través de

⁵⁶ Dado que el HHI tiene un impacto negativo sobre los precios en la ecuación de mark-up, un valor absoluto de la elasticidad más alto llevaría a un impacto positivo más fuerte sobre el excedente del consumidor. La elasticidad que se toma en este ejercicio (-0,1695) es bastante conservadora, ya que en la mayoría de los países donde se incrementó la cantidad de espectro en el mercado, durante el periodo en estudio, la política no estaba totalmente dirigida a reducir el HHI, sino más bien a incrementar las ganancias que generaría la subasta de espectro. Por tanto, se puede decir que la elasticidad elegida implica un límite inferior del cambio en el excedente del consumidor.

la elasticidad HHI-Espectro (en el caso de la primera política, el HHI se mantiene constante). Posteriormente, se utiliza el modelo para predecir el nuevo IPM.

- Tercero, se calcula el cambio porcentual en el IPM y se utiliza la elasticidad de la demanda al nivel de producción inicial (total de minutos inicial) para estimar el cambio en la producción. Una vez calculados el cambio en el precio y el cambio en la cantidad total de minutos, se obtiene el cambio en el excedente del consumidor en valor presente.⁵⁷

A continuación, se muestra el escenario a partir del cual se realizan las simulaciones (tabla 4) y los principales resultados obtenidos:

**Tabla 4: Simulación
Escenario para Costa Rica**

	Inicio^{1/}	Final
Totmin (MM/Mes)	151,71	simulado
HHI (1-10000)	10000	simulado ^{2/}
Espectro (MHz)	93,00	variable
Densidad (Hab/Km ²)	18,67	18,67
DumPF (0-1)	0,00	0,00
PIBpca (US\$/Año)	9473,22	9473,22
Precio Fijo (US\$)	0,02	0,02

Notas:

1/ Los datos iniciales son los del primer trimestre de 2003.

2/ El HHI es simulado para el segundo escenario, en el cual se considera que la política regulatoria afecta la competitividad del sector. En el otro caso se mantiene fijo en 10000.

⁵⁷ La estimación a valor presente asume que el flujo es una perpetuidad con una tasa de descuento anual neta del 5%. Esta tasa puede ser interpretada como una tasa real social de descuento para el mercado de telefonía móvil.

**Tabla 5: Resultados
Simulaciones para Costa Rica**

Escenario 1:

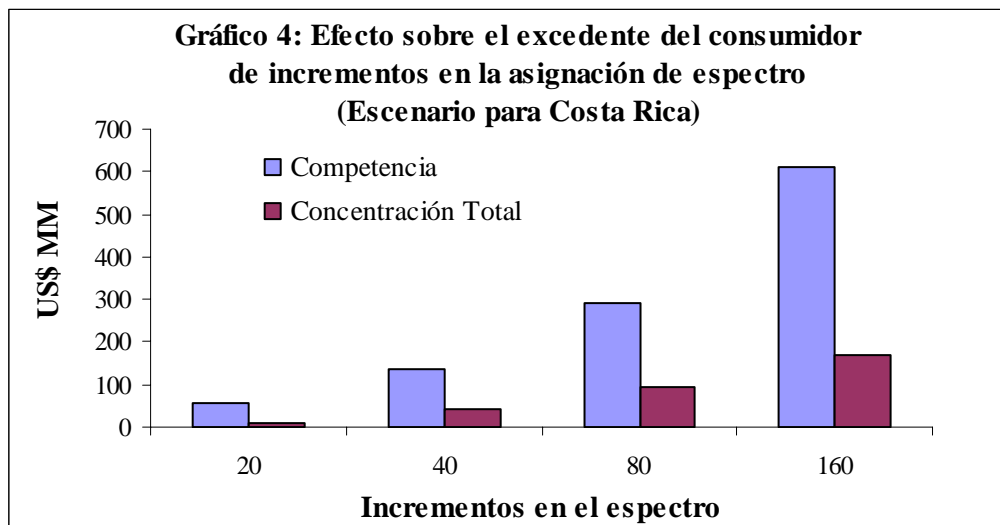
Se incrementa la cantidad de espectro y la concentración de mercado se mantiene constante (HHI=10000)

Cambio en la cantidad de espectro (en MHz)	Cambio porcentual en precio	Cambio porcentual en cantidad	Cambio en el excedente del consumidor (US\$ MM)
20	-1,73%	2,53%	11,69
40	-3,15%	4,62%	43,14
80	-5,41%	7,92%	94,46
160	-8,58%	12,57%	169,76

Escenario 2:

Se incrementa la cantidad de espectro y aumenta la competitividad en el mercado

Cambio en la cantidad de espectro (en MHz)	Cambio porcentual en precio	Cambio porcentual en cantidad	Cambio en el excedente del consumidor (US\$ MM)
20	-3,59%	5,26%	56,13
40	-6,87%	10,06%	135,03
80	-12,87%	18,85%	289,91
160	-23,83%	34,90%	608,91



Del gráfico anterior, es fácil apreciar que la mayor parte de la ganancia en el excedente del consumidor proviene de la disminución en la concentración de mercado (disminuye HHI), más que del incremento del espectro por sí mismo.

En el caso de Costa Rica, la comparación entre ambos escenarios es extrema porque existe un único operador de las telecomunicaciones en el mercado, es por eso que en un escenario la concentración es total (HHI=10000) y en el otro la competencia se va incrementando a medida que se dispone de más espectro.⁵⁸

Nótese, que en el escenario 2 la ganancia en excedente del consumidor se ve más que triplicada para cada uno de los incrementos en el espectro. Aún así, este resultado se considera conservador debido a que se utilizó una elasticidad HHI-Espectro bastante baja, de modo que las ganancias potenciales para Costa Rica son mucho mayores.

El lector recordará que en el Capítulo II, se presentó un ejercicio teórico en el que se estudiaba la forma como reaccionaba el excedente del consumidor al pasar de un esquema regulatorio a otro y ante incrementos exógenos en la cantidad de espectro. El resultado fue que la mayor ganancia para el consumidor se obtenía al transitar de un modelo de rigidez total (donde cada firma monopolizaba un servicio) a uno de flexibilidad intermedia (donde las firmas competían a la Cournot en cada servicio), mientras que el incremento adicional en el bienestar que surgía de la liberalización total era poco significativo. La situación de Costa Rica es un caso extremo del modelo 1 del Capítulo II, porque existe un único productor monopolista para todos los servicios de telecomunicaciones.

⁵⁸ En general, los países que cuentan con varios operadores en el mercado, tienden a incrementar la competencia conforme se asigna más espectro. Sin embargo, todavía se le da gran importancia al objetivo de obtener altos ingresos para el fisco producto de las subastas, lo que finalmente se traduce en un diseño de subasta que desincentiva la competencia.

De acuerdo a lo anterior, es posible vincular los resultados del Capítulo II y los obtenidos a partir de las simulaciones. En el Capítulo II, al incrementar la flexibilidad en el uso del espectro, las firmas podían utilizar libremente la cantidad de MHz asignados por el regulador entre los distintos servicios, es decir, podían ofrecer ambos servicios en lugar de uno solo, con lo cual se pasaba de una estructura de monopolio a una de duopolio (competencia a la Cournot). Por lo tanto, se introducía competencia al modelo como resultado directo de la flexibilización en el uso del espectro y posteriormente, se evaluaban las ganancias en el excedente del consumidor que surgían de esa competencia. En las simulaciones presentadas en este capítulo, la competencia se introduce directamente, al permitir que varíe el HHI conforme aumenta la cantidad disponible de espectro en el mercado de telefonía móvil. No obstante, el impacto sobre el excedente del consumidor en ambos casos es el mismo, porque se evalúan los beneficios asociados a la competencia.

Desafortunadamente, no se pudo evaluar en las simulaciones el impacto de una política de liberalización total, como la que se aborda en el modelo 3 del Capítulo II. Esto debido a que la estimación empírica utiliza un modelo de efectos fijos, el cual no permite introducir una variable dummy, que identifique a los países de la muestra que han adoptado un régimen liberal en la asignación de espectro. Presumiblemente, las ganancias en el excedente del consumidor serían mayores si se pudiera estudiar en las simulaciones el escenario de liberalización total. Para soportar este argumento, conviene referirse a los valores de los efectos fijos de los países liberales (Australia y Nueva Zelanda), los cuales se encuentran entre los más bajos de la muestra de 29 países, indicando que estos países tienden a tener precios menores para el servicio de telefonía móvil.

A modo de conclusión, las simulaciones realizadas en este capítulo refuerzan la idea de que los escenarios intermedios, en los que se tiene mayor competencia y/o mayor flexibilidad

para los operadores en el uso del espectro, permiten alcanzar ganancias significativas en términos de excedente del consumidor y constituyen un avance importante en dirección a lo logrado por los países liberales. Esta conclusión es de gran interés para el caso costarricense donde la concentración de mercado es máxima y las ganancias de una política tendiente a la flexibilización en la asignación de espectro son mucho mayores. Además, estas opciones intermedias resultan atractivas desde una perspectiva política, ya que el tema de la liberalización total del espectro a través del uso de derechos de propiedad se considera todavía un tabú y encontraría muchos obstáculos para llevarse a la práctica, mientras que un esquema intermedio sería más aceptado por los distintos grupos de interés.

En Costa Rica, si bien es necesario resolver los conflictos actuales entre las autoridades reguladoras del espectro radioeléctrico y las potestades que le conciernen a cada una, es aún más relevante impulsar una reforma en materia de telecomunicaciones que permita tener competencia en ciertos sectores que generan alto beneficio social. En el sector de telefonía móvil, por ejemplo, la entrada de nuevos operadores en un régimen regulatorio de flexibilidad intermedia, permitiría incrementar la eficiencia, ya que el espectro fluiría a sus valores de uso más altos. En un escenario de este tipo, la labor del regulador estaría encaminada a resolver los conflictos de interferencia y a colocar más espectro en el mercado promoviendo la sana competencia entre los operadores.

Conclusiones

Con base en la revisión bibliográfica, la construcción de modelos teóricos y empíricos, el análisis de resultados y el estudio del caso costarricense sobre la asignación de espectro para el servicio de telefonía móvil, podemos establecer las siguientes conclusiones:

- Los avances recientes en la problemática de la asignación de espectro radioeléctrico, se han enfocado en los mecanismos empleados por el ente regulador para asignar las licencias de espectro. En este sentido, la literatura económica se ha concentrado en estudiar la eficiencia alcanzada por distintos diseños de subasta, mecanismo que ha demostrado su superioridad frente a las audiencias comparativas y a las loterías. Este énfasis ha ocasionado que se deje de lado la discusión concerniente al diseño del objeto que se licita. En particular, hace falta más investigación respecto de si el objeto a asignar debiera incluir, parcial o totalmente, derechos de propiedad sobre el recurso.
- Elementos tales como: el período de vigencia de la licencia, el rango de los servicios ofrecidos, los estándares de la tecnología, la especificación del ancho de banda, el modelo de negocio y el área geográfica de cobertura, se consideran propios del diseño del objeto que se licita y afectan directamente la estructura de organización industrial del sector en el que los operadores brindan servicios. A pesar de la importancia de este tema y de sus efectos sobre el bienestar social, existen muy pocos estudios al respecto
- Resulta aún más preocupante que en los últimos años la atención de los expertos se ha centrado en estudiar las características que debe satisfacer una licitación de espectro de

manera que se maximice la recaudación del fisco, sin que de forma paralela se analizara la incidencia en el excedente del consumidor que se deriva de este objetivo, el cual inhibe la competencia en sectores de alto beneficio social.

- Cincuenta años después de que Ronald Coase planteara la posibilidad de asignar derechos de propiedad sobre el espectro, y a pesar de que esta alternativa es considerada como la opción de primer mejor por los economistas, en la realidad no constituye más que un objetivo de largo plazo. Esto debido a que las restricciones legales, históricas y políticas presentes en la mayoría de los países, hacen poco factible la transición de un modelo centralizado a uno de derechos de propiedad sobre el recurso.
- La imposibilidad de adoptar un esquema basado en derechos de propiedad crea la necesidad de analizar las posibles virtudes de esquemas intermedios, en los que el espectro pueda fluir hacia los servicios y/o operadores en forma más eficiente que en los esquemas actuales de asignación centralizada. Los resultados teóricos y empíricos de esta tesina refuerzan la idea de que las ganancias en excedente del consumidor que se obtienen en algunos esquemas intermedios son considerables y por tanto merecen ser sujeto de estudio.
- Los modelos teóricos presentados en el Capítulo II, si bien son extremadamente simples, muestran que las ganancias más significativas en excedente del consumidor ocurren al transitar de una estructura regulatoria de rigidez total a una de flexibilidad intermedia, mientras que la contribución adicional de un esquema de liberalización total a la reducción de los precios resulta menor. Este resultado es un aporte importante para ser considerado por las autoridades que deciden la política de uso espectro de un país.

- El énfasis en el excedente del consumidor se explica por dos razones. Primero, el interés de los consumidores no siempre está bien representado en las decisiones de política regulatoria respecto a la asignación de un recurso como el espectro, donde subsisten fuertes grupos de presión que motivados por su propio interés y no por el de la colectividad, ejercen su influencia sobre las autoridades llevando a asignaciones ineficientes. Segundo, recientes estudios muestran que la relación excedente del consumidor a excedente del productor en mercados como el de telefonía móvil es del orden de diez a uno.
- En los tres escenarios regulatorios evaluados en el Capítulo II, se obtuvo que la asignación de espectro adicional por parte de la autoridad reguladora, incrementa el excedente del consumidor.
- La estimación empírica presentada en el Capítulo III, la cual se basa en un modelo tipo panel de efectos fijos, reveló que una política regulatoria de corto plazo, en la que se incrementa la disponibilidad de espectro entre los operadores del sector de telefonía móvil, está asociada estadísticamente a precios más bajos por el servicio, lo cual resulta consistente con el resultado anterior.
- El modelo de panel permitió identificar y cuantificar el efecto de los principales determinantes del bienestar social en los mercados de telefonía móvil. Específicamente, se encontró que la cantidad de espectro asignada y el grado de competitividad del mercado, parecen ser los detonantes más importantes del bienestar social.
- Aunque no fue posible estudiar en el modelo empírico el efecto que tendría sobre el precio de la telefonía móvil la adopción de un esquema liberal de asignación de espectro, si se observó que los efectos fijos de los países más liberales (Australia y Nueva Zelanda)

se encuentran entre los más bajos de la muestra analizada, lo cual indica que manteniendo todas las demás variables constantes, estos países exhiben precios más bajos para el servicio de telefonía móvil.

- La asignación de espectro en Costa Rica representa un caso extremo del escenario de rigidez total presentado en el Capítulo II, ya que existe un único productor monopolista para todos los servicios de telecomunicaciones. Este único operador, el Instituto Costarricense de Electricidad, utiliza el 67% del espectro comercial en el país, sin pagar suma alguna por el recurso.
- El precio del servicio de telefonía móvil en Costa Rica es el más bajo de Latinoamérica (aprox. \$7 centavos de dólar) y el país está catalogado como el tercero en el mundo que más minutos en llamadas de teléfonos celulares consume por persona por mes. El precio tan bajo y la permanente demanda insatisfecha, constituyen indicios de que este servicio está fuertemente subsidiado.
- De las simulaciones realizadas en el Capítulo IV para el caso de Costa Rica, se obtuvo que el principal determinante en la variación del excedente del consumidor es la variación en la concentración de mercado, por encima de la variación en la cantidad de espectro disponible. El escenario en el que el regulador asigna espectro adicional promoviendo la competencia en el sector de telefonía móvil, mostró ganancias en el excedente del consumidor tres veces mayores que las ganancias del escenario en el que la concentración de mercado permanecía inalterada.
- A su vez, las simulaciones realizadas reforzaron la idea de que los escenarios intermedios, en los que se tiene mayor competencia y/o mayor flexibilidad para los operadores en el uso del espectro, permiten alcanzar ganancias significativas en términos de excedente del

consumidor y constituyen un avance importante en dirección a lo logrado por los países liberales.

- Finalmente, es posible establecer recomendaciones en relación a la política de asignación de espectro para el corto, mediano y largo plazo. En el corto plazo, el papel del regulador debe estar encaminado a colocar más espectro en el mercado a disposición de los operadores en aquellos sectores que generan mayor beneficio social, desconcentrando los mercados. En el mediano plazo, debe darse un proceso de rediseño de las licencias de uso de espectro, de forma que el adjudicatario de una banda de espectro esté en capacidad de decidir su uso entre los distintos servicios que potencialmente puede proveer. Finalmente, en el largo plazo, se puede transitar a un esquema en que las fuerzas del mercado definen los usos del recurso a través del establecimiento de derechos de propiedad sobre el espectro.

Bibliografía

Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica. Ley No. 3226, de 28 de octubre de 1963. “Ley que faculta al Instituto Costarricense de Electricidad para establecer y operar servicios de telecomunicaciones. Se adiciona el inciso h) del artículo 2 y el artículo 21 al Decreto Ley No. 449 de 8 de abril de 1949”.

Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica. Ley No. 3293, de 18 de junio de 1964. “Ley que faculta al Instituto Costarricense de Electricidad a operar las telecomunicaciones internacionales y para constituir a tal fin una sociedad anónima mixta con la Compañía Radiográfica Internacional de Costa Rica”.

Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica. Ley No. 7593, de 9 de agosto de 1996. “Ley de la Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos”.

Ausubel, Lawrence and Peter Cramton. 1999. “The Optimality of Being Efficient,” Working Paper, University of Maryland.

Ausubel, Lawrence and Peter Cramton. 2002. “Demand Reduction and Inefficiency in Multi-Unit Auctions,” Working Paper, University of Maryland.

Ausubel, Lawrence and Paul Milgrom. 2002. “Ascending Auctions with Package Bidding,” *Frontiers of Theoretical Economics* 1(1).

Coase, Ronald H. 1959. “The Federal Communications Commission,” *2 Journal of Law and Economics*, 1-40.

Cordero, Juan Fernando. 2005. “Una Medalla de Bronce”. Periódico La Nación. Dirección electrónica: http://www.nacion.com/ln_ee/2005/febrero/09/opinion1.html.

Cramton, Peter. 2002. “Spectrum Auctions,” *Handbook of Telecommunications Economics*, Vol. 1, Cave, Majumdar and Vogelsang, Eds. (North Holland: Elsevier), 605-639.

Cramton, Peter and Jesse Schwartz. 2002. “Collusive Bidding in the FCC Spectrum Auctions,” *Contributions to Economic Analysis & Policy* 1(1).

Faulhaber Gerald R., and David J. Farber. 2002. “Spectrum Management: Property Rights, Markets, and The Commons,” Working Paper 02-12 (Dec), <http://www.aei-brookings.org/publications/abstract.php?pid=297>

Hazlett, Thomas W. 2001. “The Wireless Craze, the Unlimited Bandwidth Myth, the Spectrum Auction Faux Pas, and the Punch Line to Ronald Coase’s Big Joke: An Essay on Airwave Allocation Policy,” *14 Harvard Journal of Law & Technology* (2) (Spring), 335-469.

Hazlett, Thomas W. 2004. “Property Rights and Wireless License Values,” AEI-Brookings Joint Center for Regulatory Studies Working Paper 04-08 (March).

Hazlett, Thomas W. and Roberto E. Muñoz. 2004a. “What Really Matters in Spectrum Allocation Design,” AEI-Brookings Joint Center for Regulatory Studies Working Paper 04-16 (August).

- Hazlett, Thomas W. and Roberto E. Muñoz. 2004b. "A Welfare Analysis of Spectrum Allocation Policies," AEI-Brookings Joint Center for Regulatory Studies Working Paper 04-18 (August).
- Ingraham, Allan y Gregory Sidak. 2004. "Does States Tax Wireless Services Inefficiently? Evidence on the Price Elasticity of Demand," mimeo, American Enterprise Institute for Public Policy Research.
- Instituto Costarricense de Electricidad. "Historia de las Telecomunicaciones en Costa Rica". Dirección electrónica: <http://www.grupoice.com/esp/tele/infobase/hist.htm>
- Instituto Costarricense de Electricidad. "Indicadores Sector Telecomunicaciones". Dirección electrónica: http://www.grupoice.com/esp/tele/planinf/his_cr_reg.htm.
- Instituto Costarricense de Electricidad. "Informe Estadístico, 2003".
- Junta Fundadora de la Segunda República, Costa Rica. Decreto - Ley No. 449, de 8 de abril de 1949. "Reglamento para la creación del Instituto Costarricense de Electricidad".
- Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica. Ley No. 1758, de 19 de Junio de 1954. "Ley de Radio".
- Klemperer, Paul. 2002a. "How (not) to Run Auctions: The European 3G Telecom Auctions," 46 European Economic Review, 829-845.
- Klemperer, Paul. 2002b. "What Really Matters in Auction Design," 16 Journal of Economic Perspectives, 169-189.
- Krishna, Vijay. 2002. Auction Theory. Academic Press, New York.
- Milgrom, Paul. 2004. Putting Auction Theory to Work. Cambridge University Press, UK.
- Oviedo, Esteban. 2005. "Agotados celulares en el país". Periódico La Nación. Dirección electrónica: http://www.nacion.com/ln_ee/2005/febrero/08/pais2.html.
- Presidencia de la Republica y Ministerio de Gobernación y Policía. Decreto No. 27554-G, de 6 de noviembre de 1998. "Plan Nacional de Atribución de Bandas de Frecuencias Radioeléctricas (PNAFR)".
- Presidencia de la Republica y Ministerio de Gobernación y Policía. Decreto No. 31608-G de 24 de junio del 2004. "Reglamento de Radiocomunicaciones".
- Raventós, Pedro. 1997. Privatización y Regulación en Telecomunicaciones: Conceptos y Casos. INCAE, Costa Rica.
- República de Costa Rica. Constitución Política de 7 de Noviembre de 1949 y sus Reformas.
- Sequeira, Rafael; Sancho, Renán; Murillo, Melvin; y Sanchez, Yaila. 2001. "Propuestas Administrativas y Legales para el mejoramiento del Departamento Nacional de Control de Radio (DNCR)". Ministerio de Gobernación de Costa Rica.
- Van Damme, Eric. 2002. "The Dutch UMTS-Auction," CESifo Working paper, No. 722(9).
- Varian, H. R. 1992. Análisis Microeconómico. Antoni Bosch, Barcelona.