

Precios Tope, Cobertura y Bienestar

José Gallardo, Lennin Quiso y Miguel Martínez.

Resumen

En este documento se analiza la problemática del acceso en el servicio de telefonía fija de una economía como la peruana. En el documento se enfatiza las características del esquema de precios tope, la consideración de criterios de bienestar, las posibles extensiones en el esquema regulatorio que sean consistentes con mayores niveles de acceso y las diferencias entre la solución descentralizada y la solución del planificador.

Palabras Clave: .Precios Tope, Precios Ramsey-Feldstein, Cobertura, Bienestar.

**Subgerencia de Investigación
Gerencia de Políticas Regulatorias
OSIPTEL**

Índice

1	Introducción	2
2	Esquema de Precios Tope y el Problema de la Cobertura	3
	2.1 Rentas y Cobertura Potencial	4
3	Precios Tope y Bienestar	7
	3.1 Marco Conceptual	7
	3.2 Redistribución de Ganancias en Eficiencia y Acceso	11
4	Modificaciones en el Esquema de Precios Tope	14
5	Precios Tope, Bienestar y Optimalidad	16
6	Conclusiones	17
	6.1 Precios Tope y Cobertura	17
	6.2 Implicancias para el caso Peruano	17
7	Referencias	19
8	Anexos	21

Precios Tope, Cobertura y Bienestar¹

José Gallardo, Lennin Quiso y Miguel Martínez.

1. Introducción

El acceso a los servicios, sean estos nuevos o ya existentes, ha crecido sustantivamente luego de la implementación de las reformas estructurales en el sector telecomunicaciones. No obstante, luego de diez años de reforma, el crecimiento en el acceso a los diversos servicios provistos en la industria sigue siendo una de sus prioridades.

En el caso del servicio de telefonía fija, la penetración del servicio, medida por el número de teléfonos por cada cien habitantes, ha crecido en el período post-reforma de 3,21 en 1994 a 8,27 en el año 2005². No obstante, el nivel actual es particularmente bajo en relación a diversas comparaciones regionales en este indicador y en estadísticas de acceso elaboradas a partir de encuestas de hogares (Analysys; 2006). Éstas muestran, además, una importante heterogeneidad cuando se consideran desagregaciones geográficas o socioeconómicas (Cancho y López; 2006)³.

Existen diversos factores que explican el bajo nivel de cobertura. En primer lugar, la situación macroeconómica del país y el estancamiento en el período 1998-2001, el cual determinó una base baja para la posterior recuperación expansión en el período 2002-2006. En segundo lugar, las características de la economía peruana, marcada por una geografía que dificulta la extensión de redes de infraestructura y una desigual distribución del ingreso asociada a una baja capacidad de pago por parte de amplios segmentos de la población. En tercer lugar, las propias características del mecanismo regulatorio de precios tope aplicado al servicio de telefonía fija.

En esta última perspectiva, el documento analiza la problemática del acceso en el servicio de telefonía fija considerando los efectos de la aplicación de un esquema de precios tope. Más específicamente, en el documento se consideran las posibilidades de extensión del rango de precios posibles a partir de criterios de bienestar, se analizan las extensiones necesarias a un esquema de precios tope para implementar un rango mayor de precios y se conceptualizan las diferencias entre las soluciones de bienestar y la solución descentralizada bajo precios tope.

El documento está organizado de la siguiente manera. En la sección 2 se presenta una revisión del esquema de precios tope haciendo énfasis en sus efectos sobre la expansión de la cobertura. En la sección 3 se aplica los criterios de bienestar y eficiencia (enfoque Ramsey-Boiteux-Feldstein) al problema de cobertura

¹ Documento de Trabajo No 7. Enviar comentarios y sugerencias a jgallardo@osiptel.gob.pe, lquiso@osiptel.gob.pe y mmartinez@osiptel.gob.pe.

² En el período 1994-2005 se pueden distinguir tres etapas: expansión entre 1994 y 1997, estancamiento entre 1998 y 2001, y recuperación entre 2002 y 2005.

³ Mientras que en Lima Metropolitana la cobertura en hogares es actualmente cercana al 60 %, en el resto urbano este porcentaje baja a menos de la mitad. En zonas rurales la situación es aun más severa, pues el acceso a la telefonía fija es casi inexistente.

en el contexto de un grupo de individuos con acceso al servicio y regulados bajo precios tope y un grupo de individuos sin acceso caracterizados por una baja capacidad de pago. En la sección 4 se presenta una propuesta de modificación del esquema de precios tope vigente en la economía peruana, con la finalidad de incorporar los criterios de bienestar desarrollados en la sección 3. En la sección 5 se analizan las diferencias entre la solución de un planificador social y la solución descentralizada bajo precios tope. Finalmente, en la sección 6, se presentan las principales conclusiones y las implicancias de política para el caso peruano.

2. Esquema de Precios Tope y el Problema de la Cobertura

Como es ampliamente conocido, el esquema de precios tope es un esquema regulatorio por el cual el agregado de precios de una canasta de servicios previamente determinada varía de acuerdo al nivel de precios de la economía y a las ganancias en eficiencia en la empresa sujeta a regulación. Más detalladamente, este agregado de precios tiene un nivel tope que es ajustado hacia arriba de acuerdo a la inflación de la economía y hacia debajo de acuerdo a las ganancias de productividad y reducciones en los costos de la empresa (i.e. reducciones en el agregado de precios de los insumos)⁴.

El esquema de precios tope, arquetípico de la reforma británica en los sectores de infraestructura, ha sido implementado en el sector de Telecomunicaciones de distintas economías del orbe debido a que posee una serie de características deseables en un mecanismo regulatorio⁵. En primer lugar, consistente con el desarrollo de la literatura económica es superior a otros esquemas regulatorios como el de regulación por tasa de retorno en la provisión de incentivos para la reducción de costos (Riordan y Cabral; 1989). Es decir, el esquema, basado en incentivos de alto poder, prioriza las ganancias en eficiencia productiva. Esto es especialmente pertinente en un contexto de información asimétrica en costos donde es necesario alinear los incentivos a la empresa con el logro del interés público⁶.

En segundo lugar, las ganancias de productividad señaladas son posteriormente trasladadas a los usuarios vía reducciones de precios, por lo que no sólo se tienen menores costos en la empresa concesionaria en el corto y mediano plazo, sino también un mayor nivel de bienestar para los usuarios. En tercer lugar, el esquema permite proteger a aquellos usuarios que, contando con acceso a

⁴. Una exposición detallada y popular de este tema es Bersntein y Sappington (1998).

⁵Ver Brown, Einhorn y Vogelsang (1991), Beesley y Littlechild (1989) y Sibley (1989).

⁶En el sector Telecomunicaciones la asimetría de información es causada tanto por su complejidad tecnológica y económica, como por la alta tasa de innovación tecnológica en el sector y en los sectores proveedores de insumos). Sibley (1989) sugiere ventajas de esquemas consistentes con el de precio tope en un contexto de información asimétrica.

los servicios, son relativamente menos atractivos por tener menores niveles de consumo (Analysys; 2006).

En cuarto lugar, bajo precios tope se distribuye más equitativamente los riesgos de la industria entre la empresa concesionaria sujeta a regulación y los usuarios que en esquemas como la regulación por costos (las empresas están cubiertas ante shocks negativos en un esquema de regulación por costos, siendo los usuarios finales quienes absorben los efectos de estas perturbaciones). En quinto lugar, implementar el esquema representa menores costos regulatorios en relación a otros esquemas más intensivos en información. En sexto lugar, la flexibilidad de precios puede ser utilizada bajo precios tope para encontrar de mejor manera a la demanda lo que favorece a la eficiencia del vector de precios.

El esquema es menos beneficioso cuando se considera temas como los incentivos para la provisión de calidad o el logro del equilibrio financiero de la empresa. Asimismo, la realización de los aspectos positivos del mecanismo regulatorio dependerá de una adecuada implementación del mismo y en varios aspectos las diferencias con otros mecanismos pueden ser más de grado que de clase⁷. Es decir, aspectos como el beneficio de los usuarios de las ganancias de productividad o los propios incentivos para la reducción de costos, serán inciertos en un contexto en el que el mecanismo regulatorio no es aplicado adecuadamente.

2.1. Rentas y Cobertura Potencial

No obstante, con relación a la situación de la industria de Telecomunicaciones en el Perú, el esquema presenta al menos dos importantes problemas. De un lado, un conjunto de las características del esquema de precios tope es deseable en un contexto de alta penetración del servicio regulado y no tanto en economías con bajos niveles de penetración (Ros; 2001). Es decir, el esquema de precios tope es más adecuado en un contexto donde aspectos como el incremento en el acceso no es un problema relevante y si lo son aspectos como la eficiencia productiva o el costo de la regulación (*regulatory burden*).

En un contexto de penetración baja del servicio regulado, la aplicación sucesiva del esquema de precios tope lleva, en cambio, a una reducción de la cobertura potencial, es decir, el máximo de cobertura posible dados los precios y costos. En el Gráfico No 1 se muestra una curva de costos creciente, la cual relaciona la cobertura potencial N^P_0 con un nivel dado de precios P_0 (punto F). Cabe mencionar que en el caso peruano es apropiado considerar la orientación ascendente de dicha curva de costos, debido a la poca concentración poblacional y a la accidentada realidad geográfica de nuestro país. Ambos factores contribuyen a incrementar los costos de la provisión de servicios públicos en el Perú, lo cual es consistente con la teoría económica existente que vincula temas de geografía y desarrollo económico⁸.

⁷. Ver en Isaac (1991) un ejemplo de problemas de implementación en esquemas de precios tope y en Liston (1993) una argumentación de diferencias de grado entre precios tope y tasa de retorno.

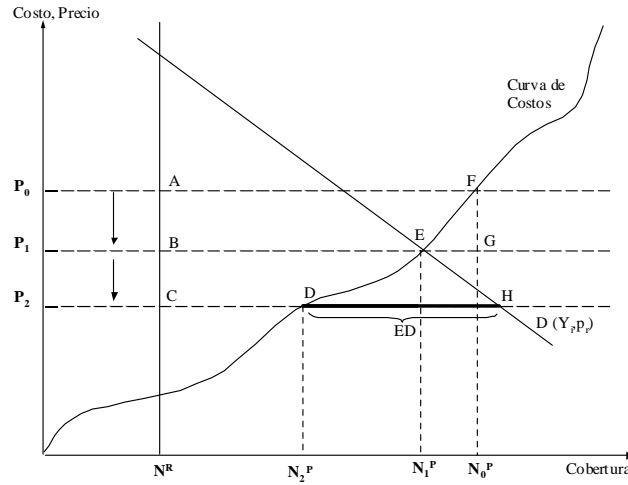
⁸. Ver Krugman (1995).

Con la aplicación sucesiva del factor de productividad con niveles de precio P_1 y P_2 , los niveles de cobertura potencial se reducen a N^{P_1} y N^{P_2} respectivamente (puntos E y D). Es decir, se hace cada vez menos rentable expandir la cobertura del servicio, aún cuando existe un margen entre precios y costos en el nivel de penetración real N_R , que se asume fijo en el gráfico con fines de exposición⁹. Considerando una expresión estándar para la curva de demanda, el gráfico muestra un exceso de demanda en el nivel de precios P_2 (segmento DH), el cual puede ser creciente con menores niveles de precios o un crecimiento de la demanda.

De otro lado, el esquema de precios tope puede ser consistente con niveles de precios que no reflejen los costos de acceso en relación con otros esquemas regulatorios como un esquema de empresa modelo eficiente. En este esquema debido a la identificación de zonas de densidad distinta pueden existir precios distintos dependiendo de las diferencias de costos (incrementales o medios) entre dichas zonas, con precios bajos en zonas de alta densidad y precios altos en zonas de baja densidad. Con un esquema de precios tope como el aplicado en el Perú, se tiene un esquema de precio promedio global que no tiene la flexibilidad de generar precios bajos en zonas de alta densidad (hogares de ingresos altos y demanda comercial) y precios altos en zonas de baja densidad (hogares de menores ingresos). Debe señalarse que, con un esquema de precios tope, la facultad de la empresa de determinar la estructura de precios se traduce usualmente en una política comercial con planes de consumo para hogares de bajos ingresos con rentas bajas.

⁹. Los costos incrementales medios de acceso pueden ser no monotónicos dentro de zonas específicas. No obstante, en una perspectiva de cobertura global, estos costos crecen en la medida que se cubren zonas de menor densidad de consumo, zonas geográficamente más alejadas, hogares de menores ingresos, entre otros.

Gráfico No 1
Precios Tope y Brecha de Cobertura



Elaboración: Gerencia de Políticas Regulatorias

Estos problemas, la progresiva reducción del nivel de la cobertura potencial y la falta de flexibilidad de reflejar las diferencias de densidad entre zonas de consumo, resultan particularmente relevantes en el caso de economías como la peruana, donde el bajo nivel de acceso a los servicios se constituye en uno de los principales aspectos de su problemática. Como se ha señalado, este bajo nivel de acceso incide principalmente en hogares de bajos ingresos, lo que acentúa no sólo las diferencias actualmente existentes, sino también la condición de igualdad de oportunidades en futuras generaciones.

De acuerdo a las experiencias internacionales, mecanismos frecuentes para la promoción del acceso son la existencia de cargos de interconexión diferenciados, la diferenciación entre consumidores residenciales y comerciales en las rentas, la creación de fondos de financiamiento, la exoneración de obligaciones a nuevos concesionarios, la creación de un esquema de incentivos a la inversión (impuestos, etc.), entre otros. Estos instrumentos no son factibles en el caso peruano o han resultado insuficientes para solucionar el problema del acceso.

En resumen, los distintos atributos del esquema de precios tope y las necesidades de la industria de telecomunicaciones en el Perú sugieren que el esquema de precios tope es un esquema regulatorio que promueve, a través de incentivos de alto poder a la empresa regulada, la ganancia en eficiencia productiva por parte de la empresa. Más específicamente el esquema, al fijar los precios por un período determinado, promueve fuertemente la reducción de costos.

Asimismo, el esquema de precios tope permite, luego de transcurrido un período determinado, reducir tarifas reales de acuerdo con las ganancias de productividad. Estas ganancias llegan a los usuarios a través de una reducción

de precios en distintos planes de consumo. Es decir, en el largo plazo el usuario es el beneficiario residual de las ganancias en eficiencia.

Sin embargo, el esquema de precios tope es inadecuado para implementar una solución masiva al problema de cobertura, el cual caracteriza a diversas economías en vías de desarrollo. En el caso de la telefonía fija en el Perú el esquema presenta dos aspectos problemáticos. En primer lugar, la existencia de costos de acceso crecientes (geografía, densidad), motiva a que la aplicación sucesiva del esquema reduzca el nivel de cobertura potencial. En segundo lugar, diversos factores sugieren rentas altas para el nivel de penetración existente (que se da en zonas de alta densidad).

En conclusión, se hace necesario re-direccionar el esquema regulatorio para contar con un mecanismo más flexible que permita reflejar las diferencias de costos de acceso y promover la expansión de la cobertura. Naturalmente, este re-direccionamiento del esquema regulatorio debe hacerse teniendo en cuenta criterios deseables como el logro del bienestar general, la expansión eficiente del servicio y el mejor manejo posible de las distintas restricciones administrativas, informacionales y contractuales que caracterizan a la regulación.

3. Precios Tope y Bienestar

La solución descentralizada bajo precios tope no contiene necesariamente criterios de bienestar en el sentido que los hogares que no acceden al servicio debido al problema explicado en la sección anterior, son aquellos localizados en zonas de menor densidad caracterizadas por tener poblaciones de menores ingresos y características socioeconómicas desfavorables. En esta sección se desarrolla un esquema de precios adecuado para lograr el acceso de hogares de bajos ingresos teniendo consideraciones de eficiencia y equidad.

3.1. Marco Conceptual

El marco conceptual de análisis se centra en los modelos de Ramsey-Boiteux-Feldstein. Como se sabe, la solución Ramsey-Boiteux para precios óptimos de una firma pública multiproducto sujeta a su restricción presupuestal de costos establece que el precio (más precisamente el margen relativo entre el precio y el costo marginal) se determina de forma inversamente proporcional a la elasticidad precio de la demanda del bien en cuestión. Sin embargo, esta solución óptima que determina eficiencia económica, puede estar reñida con los criterios de equidad distribucional. Recuérdese que la solución Ramsey maximizan el excedente del consumidor agregado, y en muchas circunstancias se favorece relativamente más a los consumidores con mayores ingresos, pues los mayores ingresos les permiten tener mayores sustitutos y en consecuencia demandas más elásticas (Gallardo 1999).

En tal sentido, Feldstein (1972a), incorpora aspectos distribucionales en la solución Ramsey-Boiteux, y encuentra una regla óptima de fijación de precios para el caso de tarifas lineales no depende sólo de las elasticidades sino también de las características distribucionales de cada bien (variable que llamaremos R_i), las cuales son un promedio ponderado de las utilidades marginales sociales, donde el ponderador es la cantidad consumida del bien. Si se cumple que la utilidad marginal es decreciente en el ingreso, es decir, $\partial u'(y)/\partial y < 0$ (donde $u'(y)$ es la utilidad marginal e y es el ingreso), R_i será mayor para un bien necesario que para un bien de lujo. Entonces, a mayor elasticidad ingreso de la demanda para un bien, menor será el valor de R_i .

La solución clásica de Ramsey asume que las características distribucionales son irrelevantes, lo cual sólo sucedería en ciertos casos con poca probabilidad de ocurrencia: (i) si la utilidad marginal social del ingreso es la misma para todos los habitantes, o (ii) si las cantidades relativas compradas de ambos bienes es la misma para todos los habitantes, o (iii) si existe algún balanceo en la diferencias en cantidades y utilidades sociales.

El análisis anterior ha sido ampliado por diversos autores buscando profundizar en sus conclusiones y expandir o aplicar este modelo presentado anteriormente. Feldstein (1972b) amplía el análisis anterior a un esquema de tarifa en dos partes $T = pq + A$, donde p es el precio marginal y A es el cargo fijo. Littlechild (1975) provee una caracterización explícita de las tarifas óptimas en dos partes que maximizan los excedentes del consumidor y productor, en función de la elasticidad precio de la demanda, elasticidad ingreso y el número de suscriptores en el mercado del servicio analizado. Posteriormente incorpora en el análisis algunos elementos de externalidades en el consumo.

Por otro lado, Griffin (1982) examina las implicancias sobre la eficiencia derivadas de una fijación de precios simultánea entre las tarifas del servicio local y del servicio de larga distancia (MTS - Message Telecommunication Service) en Estados Unidos, donde el subsidio cruzado es una posibilidad para la empresa. Breslaw y Smith (1982) analizan la optimalidad de precios de telefonía residencial en la región de Québec-Ontario, a las cuales se incorporan consideraciones de equidad, las mismas que se trabajan a partir de la distribución del bienestar entre individuos.

Dentro del mismo esquema de análisis, Riordan (2000), concluye que la estructura de precios de los servicios de telefonía en EEUU (vigente en el año 2000) era una forma ineficiente de lograr los objetivos del Servicio Universal (SU). En tal sentido, el autor plantea que es posible incrementar la eficiencia económica sin sacrificar el SU, señalando que las políticas para reformar el SU (entre los cuales se señala los subsidios) deberían ser destinados allí donde mejores resultados se obtengan. También, Riordan (2002) analiza la fijación de precios óptimos (incluyendo criterios de eficiencia y equidad), bajo un esquema de tarifas en dos partes (acceso y uso), para el servicio de telefonía residencial en EEUU, asumiendo la existencia de economías de escala y ante la presencia de externalidad.

Cuando se utiliza la metodología de Ramsey - Feldstein es necesario definir una función u ordenamiento de bienestar social que debemos maximizar, y en

gran medida, la determinación de esta función u ordenamiento objetivo ilustra lo que entendemos por equidad. Existen tres enfoques principales a través de los cuales se puede aproximar una teoría del bienestar. Un primer enfoque, es el consecuencialismo, este analiza las consecuencias en el bienestar individual y social de los diferentes estados sociales o asignaciones posibles, este enfoque es el más utilizado en la literatura económica. Un segundo enfoque, es el contractualismo, esta aproximación tiene una perspectiva respecto de la justicia que no se fija en las consecuencias, sino en los procedimientos y transacciones mutuamente acordadas, este enfoque critica la teoría distributiva y propone el estado mínimo como la forma de gobierno más justa. El último enfoque está referida a la igualdad de conjuntos de oportunidades, en la cuál la igualdad no se debe juzgar tanto por las consecuencias ni las transacciones sino por el conjunto de posibilidades de cada individuo. Bajo este enfoque se debe buscar una mayor igualdad a través de una redistribución de dotaciones.

El enfoque utilizado en este documento es el consecuencialismo. A partir del consecuencialismo uno puede optar por realizar los rankings de los estados sociales a través de formas funcionales determinadas y ordenamientos de Bienestar Social¹⁰. Tanto las funciones como los ordenamientos tienen como fundamento el supuesto de que las preferencias de los usuarios son completas, reflexivas y transitivas¹¹.

En la teoría del bienestar se necesitan ciertos criterios para determinar cual de las diferentes especificaciones funcionales u ordenamientos es mejor. Dependiendo de los objetivos y sociedades se cambian las formas de determinar cuál de las especificaciones nos dará la mejor asignación. Debemos agregar que la mayor discusión se encuentra en el campo de la equidad. El criterio más utilizado en economía es el de eficiencia en el sentido de Pareto, sin embargo debido a que pueden existir múltiples óptimos de Pareto este criterio no es útil si lo que buscamos es establecer que estado social nos brinda una mayor igualdad.

Para definir las propiedades deseables que deben cumplir las funciones de bienestar social para que sean consistentes con criterios de equidad¹², asumamos que y , \hat{y} , \bar{y} son vectores de ingreso real de tal manera que $\bar{y} = (\bar{y}^1, \dots, \bar{y}^n)$ y $\hat{y} = (\hat{y}^1, \dots, \hat{y}^n)$, entonces las propiedades son:

- Simetría: W es simétrica si y solo si

$$W(\bar{y}) = W(\hat{y})$$

siempre que \hat{y} es una permutación de \bar{y} .

¹⁰Un ordenamientos de Bienestar Social es una medida estrechamente relacionada con la escala ordinal y no implica ninguna representación numérica, sólo se presenta un ordenamiento de alternativas. Los ordenamientos de Bienestar Social son más generales que las funciones de bienestar, dado que toda función de bienestar es un ordenamiento de bienestar.

¹¹Sin embargo, el teorema de imposibilidad de Arrow demuestra que bajo ciertas condiciones sencillas y bajo los supuestos mencionados en las preferencias, no existe ningún ordenamiento adecuado. Por este motivo es conveniente algunas veces trabajar con cuasiordenamientos de Bienestar Social, en los cuales se relaja algunos de los supuestos anteriores establecidos en las preferencias. Por ejemplo, en Sen A. (1997) no se pide transitividad en todo el conjunto de preferencias, sino sólo en las preferencias estrictas.

¹²Basado en Donaldson, D. (1997).

- **Creciente:** W es creciente en cada uno de sus argumentos. Esto implica que si el ingreso de alguien aumenta y ninguno de los demás cae, el cambio es calificado como una mejora social. Esta propiedad es análoga al axioma fuerte de Pareto que se aplica a las utilidades.
- **S-concavidad:** W es S-cóncava si y solamente si $W(\bar{y}) \geq W(\hat{y})$ siempre que el ingreso total (la suma de todos los ingresos) en \bar{y} e \hat{y} sea el mismo, e \bar{y} muestre al menos tanta igualdad (igualdad entendida como la menor varianza entre los ingresos) como \hat{y} . Este criterio implica simetría de W . Por lo tanto, simetría es satisfecha siempre que W exprese una preocupación débil por la reducción de la desigualdad (para un nivel de utilidad dado). S-concavidad estricta significa que, adicionalmente, la función que ordena distribuciones de Lorenz superiores del mismo ingreso total como estrictamente preferidos desde un punto de vista social.
- **Aditivamente separables:** W es aditivamente separables si y solamente si, para todos los vectores de ingreso y , $W(y)$ puede ser escrito como:

$$W(y) = \phi \left(\sum_{i=1}^n g_i(y_i) \right)$$

donde cada g_i puede ser una función diferente y ϕ es creciente. Dado que W es ordinal, entonces podemos escribir

$$W(y) \cong \sum_{i=1}^n g_i(y_i)$$

Donde \cong significa ordinalmente equivalente.

Si W es simétrico, las funciones g_i pueden ser iguales; si W es S-cóncava entonces las funciones g_i pueden ser elegidas para ser una misma función que, adicionalmente, puede ser cóncava.

Una propiedad adicional que es deseable que sea cumplida por todas las funciones de Bienestar Social discutidas en esta presentación es la continuidad. Existen, diferentes especificaciones funcionales para la función de bienestar social cuyas especificaciones están en el Anexo A. A continuación presentamos que propiedades de las antes mencionadas son satisfechas por cada una de estas formas funcionales.

Cuadro No 1: Propiedades de la función de bienestar

Funciones de Bienestar	Propiedades
Función Lineal	Simétrica, Creciente, S-cóncava y aditivamente separable
Maximin	Simétrica, S-cóncava
Función de Bienestar de Gini	Simétrica, Creciente, estrictamente S-cóncava
Funciones Gini de parámetro simple (S-Gini)	Simétrica, Creciente, S-cóncava
Familia de funciones de orden-r	Simétrica, Creciente, S-cóncava (estrictamente S-cóncava si $r < 1$) y aditivamente separable
Familia de funciones de Kolm-Pollak	Simétrica, Creciente, S-cóncava (estrictamente S-cóncava si $\gamma < 1$) y aditivamente separable

Nosotros nos hemos inclinado al momento de realizar nuestros cálculos por una familia de ecuaciones que cumple todas las propiedades antes exigidas para que una función de bienestar social tome en cuenta criterios de equidad, la familia de funciones de orden - r.

3.2. Redistribución de Ganancias en Eficiencia y Acceso

Para analizar la introducción de criterios de bienestar en el mecanismo de fijación de precios, el modelo básico considera la existencia de dos tipos de agentes en el mercado, en los cuales solo uno de ellos tiene acceso al servicio. Asumimos también que el grupo que tiene acceso al mercado tiene un nivel de renta de y_1 , mientras que el grupo que no tiene acceso al servicio tiene un nivel de renta y_2 . Si suponemos que el costo de brindar el bien a ambos agentes es de c_1 y c_2 respectivamente, entonces el objetivo del planificador social es:

$$Max W(W_1, W_2) = W(V_1(p_1, y_1), V_2(p_2, y_2))$$

sujeto a:

$$\Pi(p_1, p_2) = (p_1 - c_1).x_1(p_1, y_1) + (p_2 - c_2).x_2(p_2, y_2) \geq 0$$

y

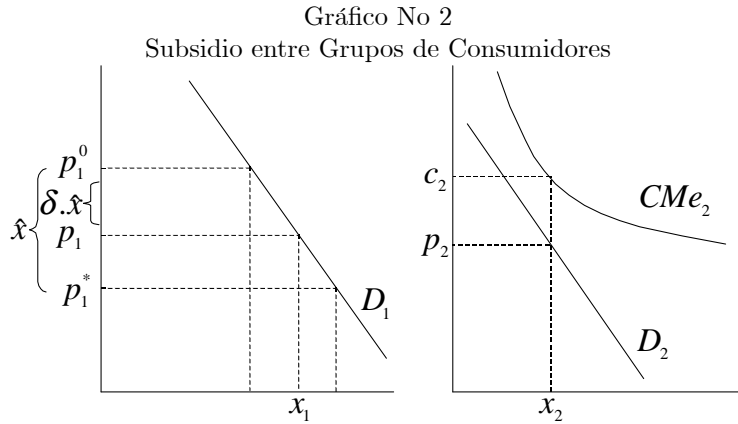
$$(p_1 - p^*).x_1 = (c_2 - p_2).x_2$$

Donde p_1^0 es el precio del grupo 1 para el periodo inicial o de referencia,

$$p^* = p_1^0.\hat{x}$$

y \hat{x} es el ratio tope de reducción tarifaria. W es la función de bienestar social que depende de la función indirecta de utilidad (V_i) de ambos consumidores.

La primera restricción indica que los ingresos deben ser mayores o iguales a los costos. La segunda restricción, que se deriva de la regla de precios tope, indica que si se quiere subsidiar el servicio al segundo grupo de consumidores, dicho subsidio no debe ser superior al margen sobre p^* (el precio que se debería cobrar al primer grupo en caso de aplicarse todo el ajuste tarifario a este grupo). Esto quiere decir que el área sombreada de la parte izquierda del Gráfico No 2 debe ser igual al área sombreada del lado derecho que indica el monto del subsidio al segundo grupo de consumidores.



Elaboración: Gerencia de Políticas Regulatorias

Entonces el lagrangiano asociado al problema es:

$$L = W(V_1, V_2) + \lambda \cdot ((p_1 - c) \cdot x_1(p_1, y_1) + (p_2 - c) \cdot x_2(p_2, y_2) - \pi) + \mu \cdot ((p_1 - p_1^0 \cdot \hat{x}) \cdot x_1 - (c_2 - p_2) \cdot x_2)$$

Luego de derivar con respecto a las variables de control del problema obtenemos las siguientes condiciones:

$$\frac{p_1 - c_1}{p_1} = \frac{1}{|\epsilon_1| (\lambda + \mu)} \cdot \left[\lambda + \mu - \frac{\partial W}{\partial V_1} \cdot \frac{\partial V_1}{\partial y_1} \right] + \frac{\mu}{\lambda + \mu} \cdot \frac{p_1^0 \cdot \hat{x} - c_1}{p_1}$$

$$\frac{p_2 - c_2}{p_2} = \frac{1}{|\epsilon_2| \cdot (\lambda + \mu)} \cdot \left[\lambda + \mu - \frac{\partial W}{\partial V_2} \cdot \frac{\partial V_2}{\partial y_2} \right]$$

Ambas ecuaciones indican que el margen sobre el costo depende, de acuerdo al criterio de Ramsey, inversamente de la elasticidad de la demanda. Asimismo, este margen depende negativamente de la importancia del grupo analizado en la función de bienestar social, el cual viene dado por el término $\partial W / \partial V_i$. Adicionalmente esta derivada es multiplicada por la utilidad marginal del ingreso, que presumiblemente es mayor en hogares de menores niveles de ingreso. Es

decir, el componente negativo es especialmente importante en hogares de ingreso bajo debido a su relevancia como criterio de bienestar social y a la utilidad marginal del ingreso.

El margen puede incluso llegar a ser negativo, lo cual implicaría un subsidio por parte del grupo de mayores ingresos al grupo de menores ingresos. Adicionalmente, existe un efecto adicional en el margen del grupo de consumo 1 (el grupo que tiene acceso al servicio) que viene dado por el último término a la derecha de la primera ecuación que implica un margen adicional sobre el precio. Este factor, sin embargo, debe converger a cero cuando el esquema regulatorio agote las ganancias de eficiencia.

Las dos ecuaciones derivadas de las condiciones de primer orden del problema junto con las dos restricciones del modelo, caracterizan la solución del modelo. Sin embargo, para diversas especificaciones para las funciones de bienestar, demanda y bienestar individual (representadas por la función indirecta de utilidad o por el excedente del consumidor) se hace complicado obtener soluciones cerradas al modelo. Sin embargo, hemos realizado algunas simulaciones utilizando el modelo anterior con supuestos específicos que puede ser revisado en el Anexo B.

Los resultados anteriores son analizados para un nivel de cobertura dado, es decir dichos modelos consideran el nivel de cobertura como una variable exógena. En este sentido, si queremos analizar la cobertura como una variable endógena, debemos modificar el modelo, con la finalidad de capturar los incentivos para proveer un nivel óptimo de cobertura, esa extensión al modelo original se presenta en el Anexo C.

Considerar criterios de bienestar en los mecanismos de fijación de precios, crea la necesidad de subsidios cuando existen diferencias de ingresos entre grupos de consumidores, sobre todo si existen también diferencias en los costos de proveer el servicio haciendo que sea más costoso dar acceso a grupos de consumidores que no están en la posibilidad de pagar un precio que permita cubrir los costos de proveer el servicio. Un monopolista que busca maximizar beneficios bajo estas condiciones decidirá no dar acceso a este grupo de consumidores, debido a que el costo marginal de dar acceso supera el ingreso marginal derivado de la venta de una unidad adicional a un nuevo usuario.

A pesar de que es posible encontrar una expresión para los niveles de cobertura y precios óptimos que maximicen el bienestar de la sociedad, el actual marco regulatorio no permite la fijación de precios por parte del regulador, sino que establece un mecanismo de precios tope que genera que las ganancias de productividad de la empresa sean distribuidas vía una disminución de los precios entre los usuarios que tienen acceso al servicio. Este esquema hace incompatible los objetivos del planificador social con la decisión del monopolista porque éste fijará un precio dada la restricción de price cap que no necesariamente es consistente con el óptimo social.

Si el aumento de cobertura es un objetivo del regulador, se genera la necesidad de implementar un mecanismo que considere precios por debajo de costos para grupos de bajos ingresos (caracterizados por altos costos de conexión) los cuales pueden ser considerados como equivalente a reducciones tarifarias, pudi-

endo la empresa cumplir con la regla de precios tope.

4. Modificaciones en el Esquema de Precios Tope

Como se ha señalado, el esquema de precios tope genera dos problemas importantes en el servicio de telefonía fija. De un lado, en un contexto de costos de acceso creciente reduce gradual pero inexorablemente el nivel de la cobertura potencial. De otro lado, no presenta la flexibilidad necesaria para reflejar menores rentas en zonas de alta densidad y mayores rentas en zonas de baja densidad. De hecho el acceso en zonas de baja densidad es particularmente bajo.

Existen diferentes esquemas regulatorios que permiten corregir estos problemas directamente. Por ejemplo, un esquema regulatorio de empresa modelo eficiente que distinga entre zonas de diferente densidad puede hacer que las rentas reflejen estas diferencias de densidad, a la vez que predicciones optimistas o conservadoras de demanda permiten dar mayores o menores señales para la expansión de la cobertura.

Para corregir parcialmente los dos problemas dentro del esquema vigente en el Perú se propone una variante en el esquema de precios tope para admitir planes de consumo de baja renta. La implementación consiste en considerar una extensión en la cual la diferencia de precios se calcula como la diferencia entre el costo del acceso y pago mensual del plan. Más explícitamente este esquema puede ser aplicado considerando la siguiente ecuación:

$$\widehat{P} = \sum_{i=1}^N S_i \cdot \widehat{p}_i + S_j \cdot \widehat{p}_j$$

Donde:

$$S_j \cdot \widehat{p}_j = (c_j - p_j) \cdot S_j$$

En las especificaciones anteriores, \widehat{P} es el ratio tope, que es igual 1 menos el factor de productividad (la reducción exigida de precios), S es la ponderación relativa de cada elemento en la canasta, \widehat{p}_i es el ratio de variación de precios del i -ésimo elemento de la canasta, c_j es el costo incremental medio del elemento subsidiado y p_j es el precio de venta del elemento subsidiado.

De esta manera, la empresa tiene el incentivo para invertir en zonas de mayor costo en las que ofrece planes de menor renta. En la medida que esta diferencia es cubierta por la diferencia entre las rentas en zonas de alta densidad y las rentas implícitas en el mecanismo de precios tope, el esquema genera implícitamente rentas más altas en zonas de menor densidad y rentas más bajas en zonas de mayor densidad. Naturalmente, los usuarios en zonas de alta densidad perciben sólo parcialmente las menores rentas implícitas, mientras que los usuarios en zonas de menor densidad no perciben las mayores rentas implícitas. De esta

manera se atenúa una de las deficiencias del esquema de precios tope, señalada anteriormente.

De otro lado, con esta modificación en el esquema, pueden generarse incentivos para la inversión y una recuperación de la cobertura potencial, en la medida que el nivel de precios de la industria se redirecciona en el sentido de los costos del acceso. Este aspecto tiene que ver con la segunda deficiencia señalada del esquema de precios tope en lo referente a la problemática del acceso.

Debe enfatizarse que la propuesta debe interpretarse como la búsqueda de una mejor solución regulatoria al problema de acceso y cobertura. Es decir, la búsqueda a través de modificaciones en el mecanismo regulatorio de un mejor desempeño para la industria en lo referente a mejores resultados en cobertura y acceso, así como una mayor dinámica de la inversión. Más específicamente, se busca una solución masiva al problema del acceso y no necesariamente la implementación de un esquema de subsidio típico. En esta perspectiva, aspectos centrales como la focalización de los subsidios o la creación de un fondo de inversión son aspectos menos relevantes aquí que en el caso de la evaluación de mecanismos explícitos¹³.

El esquema plantea un reto importante en lo referente a los precios óptimos. De acuerdo a lo señalado en líneas anteriores, el esquema debe ser, desde una perspectiva de bienestar, consistente con el esquema de precios Ramsey-Feldstein. Es decir, los precios derivados de la aplicación del esquema regulatorio deben ser óptimos en el sentido de los criterios de equidad y eficiencia. Debe indicarse, considerando las características de un esquema de precios tope implementado de acuerdo a una agregación Laspeyres, que existen diferencias en las funciones de precios derivadas del esquema de incentivos (esquema regulatorio) y los que se derivan de la solución de bienestar¹⁴.

¹³En el Perú existe un fondo que permite subsidios para el aumento de cobertura que se focaliza en zonas rurales, llamado FITEL.

¹⁴. La condición de optimización del planificador social es dada por:

$$\frac{p_1 - c_1}{p_1} = \frac{1}{|\epsilon_1|(\lambda + \mu)} \cdot \left[\lambda + \mu - \frac{\partial W}{\partial V_1} \cdot \frac{\partial V_1}{\partial I_1} \right] + \frac{\mu}{\lambda + \mu} \cdot \frac{p_1^0 \cdot \hat{x} - c_1}{p_1}$$

$$\frac{p_2 - c_2}{p_2} = \frac{1}{|\epsilon_2|(\lambda + \mu)} \cdot \left[\lambda + \mu - \frac{\partial W}{\partial V_2} \cdot \frac{\partial V_2}{\partial I_2} \right]$$

Mientras que la condición de optimización del monopolista es dada por:

$$\frac{p_1 - c_1}{p_1} = \frac{1}{|\epsilon_1|} \left(1 - \gamma \cdot \frac{w_1}{p_1^0 \cdot x_1} \right)$$

$$\frac{p_2 - c_2}{p_2} = \frac{1}{|\epsilon_2|} \left(1 - \gamma \cdot \frac{w_2}{p_2^0 \cdot x_2} \right)$$

Donde γ es el precio sombra asociada a la restricción de precios tope que enfrenta el monopolista y w son los pesos de cada elemento dentro de la canasta.

5. Precios Tope, Bienestar y Optimalidad

Las soluciones del planificador y descentralizada bajo precios tope son naturalmente distintas. Para obtener una mayor consistencia entre ambos problemas deben cumplirse algunas condiciones. Una primera condición se refiere a la convergencia del precio implícito en el grupo de consumo a costos. Esta condición es esperable en la medida que la aplicación sucesiva del factor de productividad lleva a rentas que reflejen costos en las zonas de alta densidad. La diferencia entre el precio implícito y el precio efectivamente pagado en las zonas de alta densidad explican la diferencia entre el costo y precio en las zonas de baja densidad, lo que promueve el acceso.

Las otras condiciones se refieren a la convergencia de:

$$\frac{1}{\lambda + \mu} \frac{\partial W}{\partial V_1} \cdot \frac{\partial V_1}{\partial I_1} \rightarrow \gamma \cdot \frac{w_1}{p_1^0 \cdot x_1}$$
$$\frac{1}{\lambda + \mu} \frac{\partial W}{\partial V_2} \cdot \frac{\partial V_2}{\partial I_2} \rightarrow \gamma \cdot \frac{w_2}{p_2^0 \cdot x_2}$$

Donde μ , λ y γ son las variables asociadas a las restricciones usuales de los problemas de optimización señalados. En la medida que estas condiciones no pueden ser garantizadas, existen, en general, diferencias entre las trayectorias de precios de acuerdo a la regla de optimalidad y las que se derivan del esquema regulatorio. Estas diferencias pueden expresarse, por ejemplo, en los pesos que deben tener los distintos planes en la canasta de servicios.

La propuesta plantea otros retos importantes. En primer lugar, el costo debe ser obtenido de acuerdo con una expansión eficiente que priorice zonas en las que existan efectos masivos al esfuerzo de inversión. De esta manera se pasaría gradualmente de zonas de menores costos promedio, mayor demanda potencial y mejores ratios subsidio-inversión, a zonas de mayores costos promedio, menor demanda potencial y mayores ratios subsidio-inversión.

En segundo lugar, el costo de implementación implica necesariamente un peso regulatorio que puede ser importante (regulatory burden). Para que la solución regulatoria planteada sea viable en el contexto de las usuales restricciones administrativas, contractuales e informacionales que enfrenta el regulador, esta carga debe estar principalmente en el lado de la empresa. Es decir, es la empresa concesionaria la que debe desarrollar los diversos estudios que sustenten este crecimiento eficiente de la red (información de demanda, tecnología, costos, entre otros).

No obstante, en tercer lugar, el organismo regulador verá incrementada sus tareas de supervisión y regulación, por lo que debe hacer los esfuerzos requeridos para administrar adecuadamente el mecanismo. Es decir, considerando el principio de diligencia debida, se hace necesario no sólo mostrar pro-actividad en lo referente a la adaptación de los mecanismos regulatorios a los objetivos de la industria, sino también tener la decisión administrativa necesaria para implementar estas adaptaciones regulatorias de manera adecuada.

6. Conclusiones

El bajo acceso a los distintos servicios de telecomunicaciones constituye una de las prioridades de la industria en el caso peruano. En este documento se han analizado los aspectos conceptuales de esta problemática enfatizándose las características del esquema de precios tope, criterios de equidad y modificaciones a partir de estos criterios de bienestar que pueden modificar las características del esquema. Asimismo, el análisis es realizado en el contexto de una economía con bajo nivel de penetración y características específicas en lo geográfico y distributivo, de tal manera que se refleje la problemática del caso peruano.

6.1. Precios Tope y Cobertura

El esquema de precios tope implementado en el servicio de telefonía fija es una de las explicaciones para el bajo nivel de acceso de este servicio en economías como la peruana caracterizada por una geografía accidentada y numerosos hogares con baja capacidad de pago. Más específicamente, la disminución periódica del nivel de precios en una economía con un bajo nivel de penetración reduce el tamaño de la cobertura potencial, mientras que la estructura de precios no se adecua a la capacidad de pago del conjunto de la economía.

La consideración de criterios de bienestar en la determinación de precios puede permitir un mayor acceso al implementar un esquema de subsidios basado en la distribución de las ganancias en eficiencia no sólo entre los hogares con acceso, sino también entre los hogares que todavía no lo tienen. Este criterio permite, en la práctica ampliar el rango de precios con lo que se refleja mejor la capacidad de pago de los hogares de bajos ingresos.

La modificación del esquema de precios tope que permite planes de consumo con subsidio, sin embargo, no es igual a la solución de un planificador, por lo que constituye una solución parcial al problema de cobertura.

6.2. Implicancias para el Caso Peruano

No obstante las limitaciones de un esquema de precios tope modificado, existen una serie de aspectos beneficiosos en el contexto actual de la industria en el Perú. En primer lugar, se introducen incentivos para la inversión en infraestructura de telefonía fija en un contexto en el cual existe una disminución notoria en el interés de inversiones, tanto en sectores de infraestructura como en regiones como América Latina. Estos incentivos permitirán un aumento en el dinamismo de la inversión en el sector Telecomunicaciones tanto por sus implicancias directas en la telefonía fija, como por sus efectos indirectos en otros servicios. En segundo lugar y relacionado con el punto anterior, se espera que el esfuerzo de inversión se dé en zonas de baja densidad o donde no existe acceso al servicio de telefonía fija, sectores que no son priorizados bajo las condiciones actuales.

En tercer lugar, se mejoran las posibilidades de expansión de otros servicios (por ejemplo, acceso a Internet o indirectamente televisión por cable). Estos servicios se concentran principalmente en hogares localizados en Lima Metropolitana o en el quintil de ingresos más altos. Debido a la situación actual de la televisión de señal abierta y a las posibilidades de la Internet, el acceso a estos servicios se entiende es crucial para un desarrollo más equitativo, con una mayor igualdad de oportunidades.

En cuarto lugar, se obliga a un desarrollo del planeamiento del sector Telecomunicaciones en particular en lo referente a la expansión eficiente de la red. Esto permitirá un mejor entendimiento de la problemática del sector y, consecuentemente, un mejor diseño de políticas, incluyendo modificaciones en el marco regulatorio (considérese, por ejemplo, el caso de la implementación de un esquema de empresa modelo eficiente).

En quinto lugar, se corrige, aunque parcialmente, dos de los principales problemas que genera el esquema de precios tope: (i) se atenúa la reducción de la cobertura potencial en el servicio de telefonía fija, aspecto particularmente relevante porque esta reducción gradual pero sostenida en la cobertura potencial ocurre en un contexto de baja penetración del servicio, y (ii) se mejora la relación entre rentas y costos. Actualmente existen rentas altas en zonas de alta densidad y presumiblemente menores costos. Las modificaciones en el instructivo permitirán menores rentas implícitas en zonas de alta densidad y mayores rentas implícitas en zonas de menor densidad y por ende mayores costos. Es decir, los precios reflejarán mejor los costos.

En sexto lugar, se mejora la distribución de los beneficios de las ganancias de productividad en la industria de Telecomunicaciones. Actualmente estas ganancias se trasladan necesariamente a consumidores con acceso y, en importante medida, a aquellos consumidores con planes de consumo de rentas más altas (hogares con altos ingresos). Con las propuestas de modificación del instructivo parte de estas ganancias pueden trasladarse a consumidores que no tienen acceso y que lo tendrán con planes de consumo con rentas bajas (hogares de bajos ingresos).

En séptimo lugar, se viabilizan políticas más acordes con la realidad del país. Como se ha señalado en el informe, mediciones recientes de la capacidad de pago de los hogares que no tienen acceso sugieren una mayor relevancia de la brecha real de acceso en oposición a la denominada brecha de mercado y, por ende, la mayor relevancia del subsidio a la expansión de cobertura en zonas peri-urbanas.

Referencias

- [1] Analysys (2006). Informe parcial de consultoría. (confidencial).
- [2] Beesley, M. y S. Littlechild (1989). "The Regulation of Privatized Monopolies in the U.K.". *Rand Journal of Economics*. Vol. 20, No 3.
- [3] Bernstein, J. y D. Sappington. "Setting the X Factor in Price-Cap Regulation Plans," *Journal of Regulatory Economics*, Vol. 16, 1999.
- [4] Bös, D. (1994). *Pricing and Price Regulation*. Advanced Textbooks in Economics. North Holland.
- [5] Brown, L., Einhorn, M. y I. Vogelsang (1991). "Toward Improved and Practical Incentive Regulation". *Journal of Regulatory Economics* Vol. 3, No 4.
- [6] Cabral, L. y M. Riordan (1989). Incentives for Cost Reduction under Price Cap Regulation. *Journal of Regulatory Economics* Vol. 1, No. 2.
- [7] Cancho, César y Kristian López (2006). Análisis del acceso y la capacidad de pago por servicios públicos de telecomunicaciones en el Perú. Documentos interno. Gerencia de Políticas Regulatorias, OSIPTEL.
- [8] Donaldson, D. (1997). *The Measurement of Inequality and Poverty*. Mimeo.
- [9] Feldstein, M. (1972a). Distributional Equity and the Optimal Structure of Public Prices. *The American Economic Review*. Vol. 62 No 1/2.
- [10] Feldstein, M. (1972b). Equity and Efficiency in Public Sector Pricing: The Optimal Two-Part Tariff. *The Quarterly Journal of Economics*, Vol 86, No 2.
- [11] Gallardo, J. (1999). "Disyuntivas en la Teoría Normativa de la Regulación: El Caso de los Monopolios Naturales". PUCP - CISEPA. Documento de Trabajo 164.
- [12] Griffin, J. (1982). The Welfare Implications of Externalities and Price Elasticities for Telecommunications Pricing. *The Review of Economics and Statistics*, Vol 64, No 1.
- [13] Krugman, P. (1995). *Development, Geography and Economic Theory*. MIT Press, Cambridge, Massachusetts.
- [14] Isaac, M. (1991). Price Cap Regulation: A Case Study of Some Pitfalls of Implementation. *Journal of Regulatory Economics*, N° 3.
- [15] Laffont, J. (1988). *Fundamentals of Public Economics*. MIT Press.
- [16] Littlechild, S. Two - Part Tariffs and Consumption Externalities. *The Bell Journal of Economics*, Vol 6, No 2.

- [17] Liston, C. (1993). Price Cap versus Rate of Return Regulation. *Journal of Regulatory Economics*, N° 5.
- [18] Mas-Collel, A. Whinston, M. y Green, J. (1995). *Microeconomic Theory*. Oxford University Press.
- [19] Riordan, M. (2000). An Economist Perspective on Universal Residential Telephone Service. En: *The Internet Upheaval: Raising Questions, Seeking Answers in Communications Policy*, Ingo Volgelsang and Benjamin M. Compaine, Eds. MIT Press, Chapter 13.
- [20] Riordan, M. (2002). Universal Residential Telephone Service. *Handbook of Telecommunications Economics*, Volumen I. Elsevier.
- [21] Ros, A. (2001). *Principles and Practices of Price Cap Regulation and Application to the Peruvian Context*. National Economic Research Associates.
- [22] Sappington, D. (2002). Price Regulation. *Handbook of Telecommunications Economics*, Volumen I. Elsevier.
- [23] Sen A. (1997). *La Desigualdad Económica*. Fondo de Cultura Económica.
- [24] Sherman, R. (1989). *The Regulation of Monopoly*. Cambridge University Press.
- [25] Sibley, D. (1989). Asymmetric Information, Incentives and Price Cap Regulation. *The RAND Journal of Economics*. Vol. 20, N° 3.

A. Especificaciones de Funciones de Bienestar

A continuación se muestran las funciones de bienestar más comúnmente utilizadas en la literatura así como sus propiedades¹⁵.

- La función de bienestar lineal

$$W^L(y) = \sum_{i=1}^n y_i$$

Esta función no muestra aversión a la desigualdad y no es usada para la construcción de índices de desigualdad.

- Maximin, el bienestar social es igual al menor ingreso o la menor utilidad individual de la sociedad

$$W^M(y) = \min(y_1, \dots, y_n)$$

- La función de Evaluación Social de Gini

$$\begin{aligned} W^G(y) &= \frac{1}{n^2} \sum_{i=1}^n (2i-1)y^{(i)} \\ &= \frac{1}{n^2} \left[y^{(1)} + 3y^{(2)} + 5y^{(3)} + \dots + (2n-1)y^{(n)} \right] \end{aligned}$$

donde $(y^{(1)}, \dots, y^{(n)})$ es una permutación de y tal que $y^{(1)} \geq y^{(2)} \geq \dots, y^{(n)}$.

- La familia de funciones Gini de parámetro simple (S-Ginis)

$$W(y) = W^\delta(y) = \frac{1}{n^\delta} \left[\sum_{i=1}^n (i^\delta - (i-1)^\delta) \cdot y^{(i)} \right]$$

para algún número real $\delta \geq 1$. W^δ es una función diferente para cada valor de δ , y δ es el parámetro de aversión a la desigualdad. Si $\delta=1$, entonces es igual a la función de bienestar lineal. Si $\delta=2$, entonces es la función de bienestar de Gini. Cuando δ tiende a infinito, la función de bienestar resultante se aproxima a maximin.

¹⁵Utilizando las funciones de bienestar es posible construir índices de desigualdad. El índice de Atkinson-Kolm-Sen (AKS) mide el porcentaje máximo del ingreso real que puede ser desplazado sin empeorar el resultado ($W(y)$) si el ingreso fuera distribuido equitativamente:

$$I^{AKS}(y) = \frac{\mu(y) - \Xi(y)}{\mu(y)} = 1 - \frac{\Xi(y)}{\mu(y)}$$

Donde $\mu(y)$ el ingreso promedio y $\Xi(y)$ es el ingreso equivalente igualmente distribuido que es igual al ingreso que si es asignado a todos, resulta en una distribución que es socialmente indiferente a la distribución actual. Es decir que

$$W(\Xi(y), \dots, \Xi(y)) = W(y_1, \dots, y_n)$$

- La familia de funciones de media de orden r

$$W^r(y) = \begin{cases} \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i)^r \right]^{\frac{1}{r}} & r \leq 1, \quad r \neq 0 \\ \left[(y_1)^{\frac{1}{n}} (y_2)^{\frac{1}{n}} \dots (y_n)^{\frac{1}{n}} \right] & r = 0 \end{cases}$$

Para algún número real $r \leq 1$. W^r es una función de evaluación social diferente para cada r . Cuando $r=1$, entonces la función de bienestar social es una función lineal. Cuando r tiende a $-\infty$, la función de bienestar tiende a la maximin.

- Finalmente, la familia de funciones Kolm-Pollak

$$W^\gamma(y) = \begin{cases} \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i & \gamma = 0 \\ -\frac{1}{\gamma} \ln \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n e^{-\gamma y_i} \right] & \gamma > 0 \end{cases}$$

B. Simulación

En este anexo, el modelo presentado en la sección 3.2. es resuelto numéricamente para formas funcionales específicas como la familia de funciones de media de orden r , que permita tener la función de bienestar social lineal, Maximin y Nash como casos particulares del mismo:

$$W(V_1, V_2) = \left[\frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n V_i^r \right]^{\frac{1}{r}}$$

Esta función de bienestar también es conocida como la familia de funciones de bienestar de Atkinson que cumple con una serie de propiedades que lo hace adecuada para realizar análisis de bienestar cuando $r < 1$. Considerando tamaños de población distintas para ambos grupos de consumidores N_1 y N_2 , la función de bienestar social es expresada como:

$$W = \left[\frac{1}{N_1 + N_2} \cdot (N_1 \cdot V_1^r + N_2 \cdot V_2^r) \right]^{\frac{1}{r}}$$

En la simulación se consideran funciones de utilidad del tipo Cobb-Douglas, las funciones de demanda y las funciones indirectas de utilidad del grupo i quedan determinadas respectivamente como $x_i = \alpha_i \cdot y_i \cdot p_i^{-1}$ y $V_i = y_i \cdot p_i^{-\alpha_i}$.

De otro lado, la función de costos utilizada es del tipo $C_i(q_i) = c_i \cdot q_i^{\varphi_i}$, lo cual permite incorporar efectos de las economías de escala en el modelo, más específicamente si el exponente de q es igual a 1, existen economías a escala

constante, es decir que la función de costos es lineal con respecto a q , mientras que si el exponente es menor que 1, en este caso existen economías de escala. Asimismo, se considera que el número total de hogares N^T es de 8'000,000. El número de usuarios conectados N_1 es igual a 2'000,000 y el número de nuevos usuarios que acceden al servicio es N_2 . El ratio de cobertura queda definido entonces como:

$$cob = \frac{N_1 + N_2}{N^T}$$

En el Gráfico No 3 se muestran los resultados obtenidos para diversos niveles de cobertura cuando $r = 0.5$. En dicho gráfico se aprecia que a pesar que los costos son menores para el grupo 1 y la elasticidad es la misma, el precio final aplicado a dicho grupo es mayor que el del grupo dos. Sin embargo, a medida que aumenta la cobertura, el diferencial de precios se reduce. Esto puede ser explicado por el efecto de las economías de escala.

Este análisis es generalizado en el Gráfico No 4 para dos valores del parámetro r de la función de bienestar. Como se explicó anteriormente, a medida que r tiende a menos infinito, la aversión a la desigualdad aumenta, lo cual se traduce en un mayor subsidio para los grupos de menores ingresos.

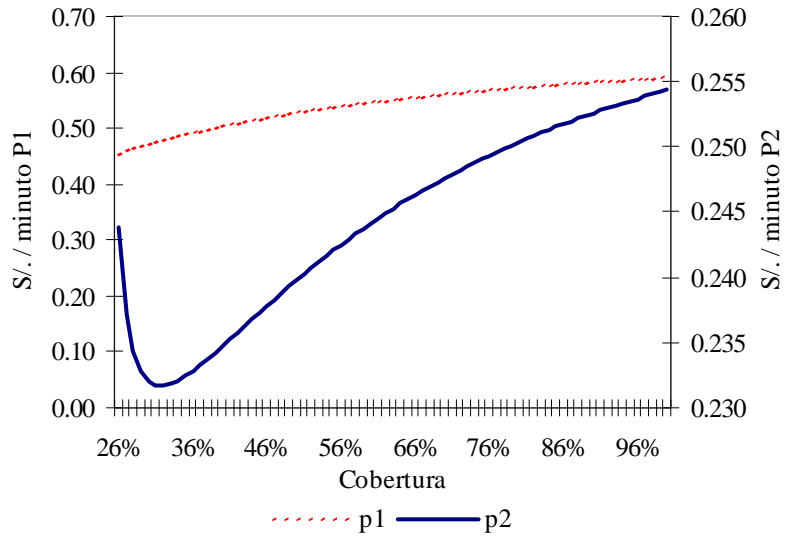
Gráfico No 3
Precios y Cobertura

¹⁵. En las simulaciones se han considerado los siguientes parámetros de demanda:

Parámetro	Valor
α_1	0,05
α_2	0,05
I_1	800
I_2	400

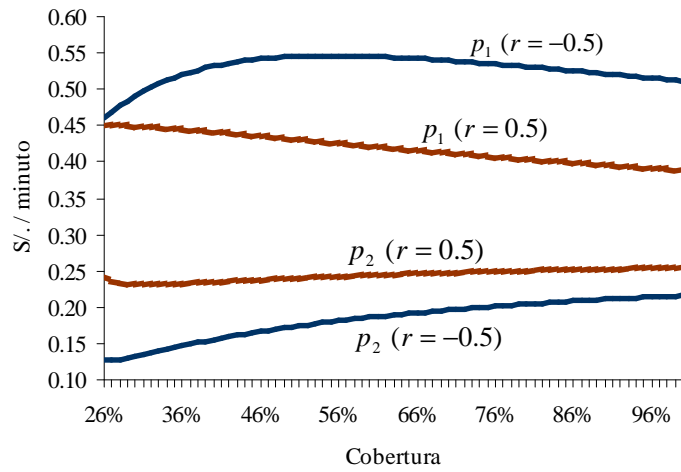
Asimismo, los parámetros de costos utilizados en el modelo son:

Parámetro	Valor
c_1	0,6
c_2	0,8
φ_1	0,95
φ_2	0,95



Elaboración: Gerencia de Políticas Regulatorias

Gráfico No 4
Precios y Equidad



Elaboración: Gerencia de Políticas Regulatorias

C. Extensiones al modelo

Los resultados anteriores son analizados para un nivel de cobertura dado, es decir dichos modelos consideran el nivel de cobertura como una variable exógena. En este sentido, si queremos analizar la cobertura como una variable endógena, debemos modificar el modelo, con la finalidad de capturar los incentivos para proveer un nivel óptimo de cobertura.

En esta versión del modelo, el regulador incorpora el número de nuevas líneas atendidas como una nueva variable de control del modelo. Para poder hacer esta aproximación, es necesario modificar el modelo inicial con la finalidad de incorporar los costos de dar acceso a nuevos usuarios. Asumimos una función de bienestar social de la familia de Atkinson, donde N_1 es la cantidad de usuarios que ya tienen el servicio y N_2 son los nuevos usuarios que acceden al servicio.

El objetivo del regulador es:

$$\max_{p_1, p_2, N_2} W(W_1, W_2) = ((N_1 V_1)^r + (N_2 V_2)^r)^{1/r}$$

Sujeto a la siguiente restricción de autofinanciamiento:

$$\Pi(p_1, p_2) = N_1 (p_1 - c_1) q_1 + N_2 (p_2 - c_2) q_2 - \psi(N_2) \geq 0$$

Donde $\psi(N_2)$ es el costo de dar acceso a los nuevos usuarios que acceden al servicio.

Entonces el lagrangiano asociado al problema es

$$L = W(N_1, N_2, V_1, V_2) + \lambda (N_1 (p_1 - c_1) q_1 + N_2 (p_2 - c_2) q_2 - \psi(N_2))$$

Las condiciones de primer orden con respecto al precio implican que:

$$\frac{p_i - c_i}{p_i} = \frac{1}{\lambda |\epsilon_i|} \left(\lambda - \frac{1}{N_i} \frac{\partial W}{\partial V_i} \frac{\partial V_i}{\partial I_i} \right)$$

para $i=1,2$

La cual tiene una interpretación similar al modelo básico analizado, es decir el margen sobre el precio depende inversamente de la elasticidad de la demanda y negativamente del peso relativo del grupo analizado en la función de bienestar social multiplicada por la utilidad marginal del ingreso.

La condición óptima para N_2 es:

$$\frac{d\psi(N_2)}{dN_2} = (p_2 - c_2) q_2 + \frac{1}{\lambda} \frac{\partial W}{\partial N_2}$$

Esta ecuación implica que el óptimo social requiere que el costo marginal de dar acceso a un nuevo usuario debe ser igual al ingreso adicional generado por dar el servicio a un usuario que no lo tenía, más el efecto en el bienestar social producto de dar el servicio a dicho usuario. El número de usuarios conectados al sistema es mayor para el problema del planificador social que para el que brindaría el

monopolista si no estuviese sujeto a regulación, ya que este solo daría cobertura hasta el nivel en el cual el costo marginal de dar acceso se iguale con el ingreso marginal generado por el nuevo usuario, esto genera un nivel de cobertura menor al óptimo social.

Para dar una solución cerrada al problema, asumimos que la función de costos de acceso de los usuarios del grupo 2 es igual a $\psi(N_2) = \delta N_2$, la función de demanda es $q_i = \alpha I_i p_i^{-\epsilon}$, la función de bienestar individual es $V_i = \frac{\alpha I_i}{\epsilon-1} p_i^{-\epsilon+1}$ y que los costos marginales y medios son constantes. Dada la complejidad de los resultados para un valor de r general, resolvemos el problema para el caso en el cual la función de bienestar es lineal (cuando $r = 1$) y para el caso maximin ($r = -\infty$), soluciones intermedias para cualquier otro $r < 1$ estaría entre esas dos soluciones:

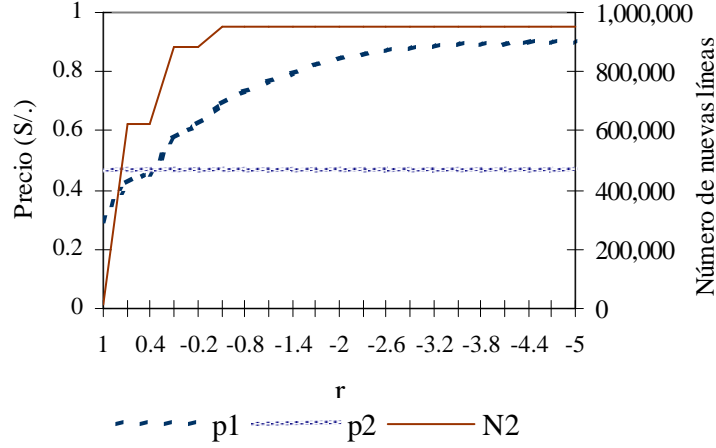
Variable	F.B.S. Lineal	F.B.S. Maximin
p_1	$p_1 = \frac{c_1}{c_2} (\alpha I_2 c_2)^{1/\epsilon}$	$p_1 = c_1 \frac{\epsilon}{\epsilon-1}$
p_2	$p_2 = \left(\frac{\alpha c_2 I_2}{\delta(\epsilon-1)} \right)^{1/\epsilon}$	$p_2 = \left(\frac{\alpha c_2 I_2}{\delta(\epsilon-1)} \right)^{1/\epsilon}$

Como se observa en el cuadro, la solución de p_2 es la misma para ambos casos, mediante las simulaciones realizadas y cálculos para otros valores de r se demuestra que el precio cobrado al grupo 2 siempre es el mismo. Además, el margen del precio sobre los costos tanto del grupo 1 como del grupo 2, es utilizado para subsidiar el costo de acceso al grupo 2, por lo tanto, al ser el precio del grupo 1 mayor en el caso de Maximin¹⁶, el número de personas que acceden el servicio bajo esta función de bienestar es mayor que el caso lineal. En el Gráfico No 5 se muestra los resultados de precios y número de nuevas líneas atendidas para diversos valores de r , a medida que r se hace más negativo el nivel de cobertura aumenta y el precio aplicado al grupo 1 se incrementa también¹⁷.

Gráfico No 5: Precio y Cobertura

¹⁶Teóricamente, la función de maximin al preocuparse de preferencia en la utilidad del individuo más pobre, el precio que se le cobra al resto de individuos va a seguir siendo en este caso el de monopolio, el cual va a ser mayor que el cobrado con cualquier otra especificación. Este resultado es corroborado a través de simulaciones.

¹⁷Los parámetros utilizados en la simulación son $\alpha_i = 0,35$, $\epsilon_i = 1,5$, $c_1 = 0,3$, $c_2 = 0,5$, $I_1 = 800$, $I_2 = 400$ y $\delta = 40$.



Ahora consideramos la inclusión de una restricción de price cap, que al igual que el modelo básico, ingresa en el modelo del planificador social como un monto de subsidio que debe ser distribuido entre ambos grupos de consumidores, es decir que el problema del regulador es ahora:

$$\text{máx } W(W_1, W_2) = W(N_1, V_1, N_2, V_2)$$

sujeto a:

$$\Pi(p_1, p_2) = N_1 (p_1 - c_1) q_1 + N_2 (p_2 - c_2) q_2 - \psi(N_2) = 0$$

$$N_1 (p_1 - p^*) q_1 = N_2 (c_2 - p_2) q_2$$

$$p_1^0 \hat{x} = p^*$$

Entonces

$$L = W(N_1 V_1, N_2 V_2) + \lambda [N_1 (p_1 - c_1) x_1 + N_2 (p_2 - c_2) x_2 - \psi(N_2)] - \mu [N_1 (p_1 - p^*) x_1 - N_2 (c_2 - p_2) x_2]$$

Las condiciones de primer orden con respecto a los precios implican :

$$\frac{p_1 - c_1}{p_1} = \frac{1}{\lambda |\epsilon_1|} \left(\lambda - \mu - \frac{1}{N_1} \frac{\partial W}{\partial V_1} \frac{\partial V_1}{\partial I_1} - \mu \frac{(p_1 - p^*)}{p_1} \epsilon_1 \right)$$

$$\frac{p_2 - c_2}{p_2} = \frac{1}{(\lambda - \mu) |\epsilon_2|} \left(\lambda - \mu - \frac{1}{N_2} \frac{\partial W}{\partial V_2} \frac{\partial V_2}{\partial I_2} \right)$$

La condición de primer orden con respecto a N_2

$$\frac{d\psi(N_2)}{dN_2} = (p_2 - c_2) q_2 \left(\frac{\lambda - \mu}{\lambda} \right) + \frac{1}{\lambda} \frac{\partial W}{\partial N_2} = 0$$

Sin embargo, al igual que en el caso analizado anteriormente, el objetivo de la empresa es otro, más específicamente, el monopolista debe elegir los precios y el nivel de cobertura para el grupo de consumidores 2, que maximice sus beneficios dada la restricción impuesta por la regla de price-cap

$$\max_{p_1, p_2, N_2} \Pi(p_1, p_2) = N_1(p_1 - c_1)q_1(p_1, I_1) + N_2(p_2 - c_2)q_2(p_2, I_2) - \psi(N_2)$$

sujeto a:

$$w_1 \frac{p_1}{p_1^0} + w_2 \frac{p_2}{p_2^0} \leq \hat{x}$$

Entonces el lagrangiano asociado al problema es:

$$L = N_1(p_1 - c_1)q_1(p_1, I_1) + N_2(p_2 - c_2)q_2(p_2, I_2) - \psi(N_2) - \lambda^m \left(w_1 \frac{p_1}{p_1^0} + w_2 \frac{p_2}{p_2^0} - \hat{x} \right)$$

Las condiciones de primer orden implican que:

$$\frac{p_i - c_i}{p_i} = \frac{1}{|\epsilon_i|} \left(1 - \lambda^m \frac{w_i}{p_i^0 q_i} \right) \quad \text{para } i = 1, 2$$

Mientras que la condición de primer orden con respecto a N_2 es

$$\frac{\partial L}{\partial N_2} = (p_2 - c_2)q_2(p_2, y_2) - \psi'(N_2)$$

entonces si $\partial L / \partial N_2 < 0$ entonces, el nivel de cobertura brindado por la empresa es cero, esto se cumple siempre que el costo de inversión de brindar el servicio a un nuevo usuario sea mayor que el ingreso generado. Cuando $\partial L / \partial N_2 = 0$ entonces:

$$\psi'(N_2) = (p_2 - c_2)q_2$$

En el caso del monopolista, el nivel de cobertura fijado puede ser inferior al óptimo social. Entonces al igual que los resultados obtenidos en el modelo básico, el regulador puede obtener resultados que se acerquen más al óptimo social si este asigna un peso mayor al grupo dos en la función de restricción de precios tope.