

# Problemas de Implementación de la Empresa Eficiente: Plusvalía, Indivisibilidades y Obsolescencia

Fernando Fuentes H. y Eduardo Saavedra P. \*

*Diciembre, 2007*

## *Resumen*

Este artículo analiza los tres principales problemas que aparecen en el tratamiento de las inversiones en el marco del mecanismo de regulación por empresa eficiente aplicado en Chile.

Las propuestas para enfrentar cada uno de estos fenómenos son coherentes entre sí y consistentes con el diseño del mecanismo regulatorio. En primer lugar, se propone incorporar las nuevas tecnologías disponibles en el diseño de la empresa modelo, lo que genera incentivos correctos a la empresa real; no obstante debiera realizarse una evaluación social para determinar si corresponde o no dicha inclusión. En segundo lugar, cuando es posible, se deben proyectar los incrementos de precios de los activos y reflejar estos aumentos en los valores residuales de las inversiones. Alternativamente, si los cambios de precios de los activos son aleatorios es preferible utilizar el valor corriente de estos. Por último, se propone utilizar el horizonte de largo plazo para planificar las inversiones, demostrándose que, al contrario de la creencia común es este ámbito, es improbable que ello implique rentas a la empresa real, mientras que si se usa el horizonte de corto plazo, con certeza la empresa real no se autofinanciará.

**Palabras Clave:** Regulación por incentivos, Empresa eficiente, Obsolescencia tecnológica, Plusvalía de los activos, Indivisibilidades de inversiones

**Clasificación JEL:** L51, L97, K23

---

\* ILADES-Universidad Alberto Hurtado. Dirección: Erasmo Escala 1835, Santiago, Chile; teléfono: (562)6920265; e-mail: [ffuentes@uahurtado.cl](mailto:ffuentes@uahurtado.cl) y [saavedra@uahurtado.cl](mailto:saavedra@uahurtado.cl) respectivamente. Este trabajo está basado en un estudio financiado por el Ministerio de Economía de Chile. Se agradecen los comentarios y conversaciones con José Tomás Morel y Martín Osorio, no obstante los autores son los únicos responsables de las opiniones entregadas.

## 1. Introducción

Luego de 25 años desde su implementación, el esquema tarifario de los servicios básicos en Chile, mecanismo de regulación por empresa eficiente o empresa modelo, es sometido en este artículo a un acabado análisis respecto de los principales problemas asociados a la estimación de las inversiones que presenta en su aplicación: obsolescencia tecnológica, plusvalía de los activos e indivisibilidades de las inversiones. Estos problemas, tal como han mostrado Fuentes y Saavedra (2007a) en un estudio paralelo al presente, no son privativos de este esquema de fijación de tarifas, sino que aparecen además, por ejemplo, en el mecanismo de *price cap*, ampliamente utilizado en otros países.

Estos mismos autores (Fuentes y Saavedra, 2007b) analizan otras dificultades detectadas en la aplicación del mecanismo tarifario: aquellas que surgen de discrepancias entre el regulador y las empresas proveedoras de servicios básicos en relación a cómo tratar diversas partidas de gastos de la empresa eficiente. De este modo, dicho trabajo es complementario al presente artículo, el cual se concentra en el tratamiento de las inversiones necesarias para entregar el servicio básico.

El principal aporte de este trabajo es entregar un análisis coherente de los tres temas mencionados (plusvalía, indivisibilidades y obsolescencia), aspecto que a juicio de los autores ha estado ausente en la práctica y en los estudios previos acerca de los referidos temas. Con ello, se busca en definitiva disminuir la incertidumbre regulatoria que eventualmente genera el desconocimiento de cómo tratar en cada proceso de fijación tarifaria en los servicios básicos los problemas identificados.

El artículo se estructura de la siguiente manera. La sección 2 resume la escasa literatura que ha analizado los aspectos conceptuales del mecanismo de empresa eficiente. La sección 3 describe los principales problemas del mecanismo tarifario, detectados a partir de su aplicación en los sectores de electricidad, telecomunicaciones y sanitarias en Chile. Las secciones 3 a la 6 establecen un diagnóstico más preciso de cada uno de los problemas identificados y se proponen las soluciones correspondientes. Por último, en la

sección 6 se presentan las conclusiones más relevantes del trabajo y se incluye una propuesta de solución a los problemas analizados.

## **2. Revisión de la Literatura**

En esta sección se presenta la literatura que ha analizado el mecanismo de empresa eficiente y ha dado luces respecto de las principales falencias en el tratamiento de las inversiones de la empresa modelo, necesarias para entregar el servicio en los estándares de calidad requeridos. Diversos artículos han formulado diferentes apreciaciones sobre la forma de enfrentar los problemas de obsolescencia, plusvalía e indivisibilidades. La lectura de estos estudios no permite concluir de modo inambigüo la solución más conveniente, muchas veces porque las opiniones vertidas son incompatibles, otras debido a que se plantean varias opciones sin que en definitiva se opte de modo fundado por alguna de ellas. A continuación se sintetiza esta discusión para cada uno de los problemas detectados.

### **2.1 Obsolescencia Tecnológica de las Inversiones**

La obsolescencia tecnológica es considerada como un problema para la empresa regulada a la que se le fijan tarifas a partir de una empresa modelo, desde el punto de vista del riesgo que ella enfrenta en condiciones de incertidumbre sobre el futuro. Una empresa real que lleva a cabo una inversión con un determinada tecnología, podría no recuperarla si al período tarifario siguiente se diseña una empresa modelo que considera otra tecnología más moderna. Respecto a las características específicas del problema y su posible solución, no existe acuerdo entre los diferentes autores. Butelmann y Drexler (2003), argumentan que “como el objetivo de la regulación es emular el resultado de un mercado en competencia, las tarifas deberían ser fijadas según los costos de la tecnología eficiente y en este sentido nuestro modelo es el correcto”.<sup>1</sup> Bajo esta mirada, se subentiende que será la tasa de costo de capital la que incorpora el riesgo de la obsolescencia.

---

<sup>1</sup> Butelmann y Drexler (2003), pag. 11.

Bustos y Galetovic (2002) explicitan que en el contexto de la regulación chilena de servicios básicos, “el riesgo de obsolescencia debe ser asumido por la empresa regulada, tal como lo sería en un mercado competitivo con libre entrada. Sin embargo, ... la sustentabilidad requiere que este traspaso de riesgo se compense con una tasa de descuento más alta, tal como en un mercado competitivo”.<sup>2</sup> Análogamente, Sánchez y Coria (2003), indican que dado que en un medioambiente competitivo el riesgo de obsolescencia es asumido por las empresas implicando una mayor exigencia de rentabilidad al negocio, “en el caso de la empresa modelo sin historia cuyo objetivo es emular la competencia sujeto a la sustentabilidad del proveedor se requiere que este traspaso de riesgo se compense con una tasa de costo de capital más alta”.<sup>3</sup>

Quiroz (2006) tiene una postura bastante crítica a la forma en que ha tratado el tema de la obsolescencia en la práctica regulatoria chilena, difiriendo en sus conclusiones con los estudios previos. Este autor señala que “si la tasa de descuento se obtiene por medio de costos de capital internacionales, (“betas” obtenidos de otras realidades) y si en el resto del mundo prevalecen los modelos de *price cap* o cost plus, entonces esos costos de capital estarán *subestimando* el verdadero costo de capital que se requeriría para incorporar plenamente el riesgo de obsolescencia tecnológica”.<sup>4</sup>

Frente a este problema, el mencionado autor posteriormente argumenta la superioridad de otro esquema regulatorio, indicando: “este es un punto donde *price cap* parece tener fortalezas: en su versión más simple, deja el cambio tecnológico a opción del regulado: el patrón de adopción del mismo dependerá de su rentabilidad percibida, y al permitir que estos beneficios se capturen paulatinamente en el tiempo, emula de modo más realista lo que se hecho ocurre en los mercados en materia de adopción tecnológica. En la versión más sofisticada, donde se admite una proyección de ganancias de eficiencia en el tiempo, el modelo *price cap* vuelve a tener superioridades porque reconoce explícitamente el problema de la adopción temporal y los costos de ajuste”.<sup>5</sup> Luego de

---

<sup>2</sup> Bustos y Galetovic (2002), pag. 162.

<sup>3</sup> Sánchez y Coria (2003), pag. 29.

<sup>4</sup> Quiroz (2006), pag. 14.

<sup>5</sup> Op. cit., pag. 31.

efectuar el juicio anterior, Quiroz plantea una alternativa práctica, reconociendo la dificultad de cambiar el modelo regulatorio por completo, al proponer “una modificación parcial de las reglas del juego en este sector – se refiere a la telefonía – permitiendo una revisión de los niveles tarifarios cuando la demanda efectiva se desvíe significativamente de la contemplada en los cálculos de tarifas”.<sup>6</sup>

Respecto a lo argumentado por Quiroz, cabe señalar que el autor confunde dos temas de distinta naturaleza, buscando una compensación frente al problema identificado, más que una solución consistente desde una perspectiva conceptual. Si bien podría esgrimirse que en telefonía el cambio tecnológico ha llevado a una disminución en la tasa de crecimiento de la demanda, el problema tarifario asociado a la obsolescencia tecnológica es distinto al que deriva de una sobreestimación de la demanda. Es evidente que existiendo economías de escala, una sobreestimación de la demanda en el contexto de regulación de precios implica que las tarifas determinadas serán menores que las efectivamente requeridas para cubrir los costos totales. Por lo tanto, la propuesta del referido autor puede ser correcta. No obstante, de existir el tema de la obsolescencia tecnológica seguiría igualmente presente.

En suma, aún se está lejos de una propuesta de solución consensuada entre los expertos respecto de cómo tratar este tema. La práctica, según se verá posteriormente, tampoco ha ayudado a zanjar las disputas.

## **2.2 Plusvalía de los Activos**

La plusvalía en los activos ha sido relevada como tema controversial básicamente por las rentas que las empresas reguladas podrían obtener en caso de incrementos significativos en los valores involucrados. San Martín, Fuentes y Held (2001), intentando evitar que se produzcan ganancias de capital en las empresas financiadas por los consumidores, estipulan que “sin afectar patrimonialmente a las empresas reguladas, se recomienda valorar los activos de este tipo ya existentes en el proceso tarifario anterior manteniendo,

---

<sup>6</sup> Op. cit., pag. 35.

en términos reales, los precios considerados al efecto en esa oportunidad”.<sup>7</sup> Es decir, se está planteando una corrección al modelo de empresa eficiente que parte desde cero, permitiendo que exista una forma de *memoria* entre un proceso tarifario y los siguientes.

Butelmann y Drexler (2003) señalan que “también se puede dar que instalaciones de la empresa real, que coincidan con las de la empresa eficiente, aumenten su valor respecto del costo de adquisición...Así, según el modelo, una apreciación aumenta la tarifa mientras que la obsolescencia la reduce y su varianza afecta positivamente la tasa de descuento, por tanto, la tarifa”<sup>8</sup>. Según se aprecia, el argumento considera que es la tasa de descuento la que debe dar cuenta del riesgo conjunto asociado a dos fenómenos concomitantes; la plusvalía y la obsolescencia.

Estos últimos autores dejan inalterada la idea de trabajar con una empresa modelo que incorpora los activos al valor prevaleciente en el momento de su diseño. Siempre pensando que la tasa de descuento incorpora los riesgos pertinentes. En caso de que un incremento (por ejemplo) en el valor de un activo fuese predecible, los mismos autores señalan que dicho cambio debiese estar plenamente considerado en el cálculo tarifario, consistente con una variación en el valor residual de la empresa. De este modo, se producirá el doble fenómeno de incrementar la tarifa, por el lado del aumento del valor del activo, y disminuirla, al incrementar el valor residual de la firma. Si este cálculo fuese hecho sin errores de predicción, al siguiente período tarifario se considerará el valor de mercado del activo, sin que con ello se generen rentas para la empresa regulada.

En la misma dirección, Sánchez y Coria (2003) establecen que “en el caso de los activos con plusvalía la empresa modelo sin historia cumple con el objetivo planteado por la regulación de emular la competencia”.<sup>9</sup> Para avalar esta afirmación, establecen que dado que el precio de un bien debe igualar al costo para la sociedad de proveerlo, entonces, “valorar los activos a su precio de mercado, es consecuente con este objetivo, mientras que valorarlos a su costo histórico es erróneo, ya que en este caso la tarifa no reflejaría el verdadero costo de producir”. Focalizados en el sector sanitario, indican que si la

---

<sup>7</sup> San Martín et al. (2001), pag. 30.

<sup>8</sup> Butelmann y Drexler (2003), pag. 13.

<sup>9</sup> Sánchez y Coria (2003), pag. 22.

regulación emula la competencia, al mantener las empresas cierto stock de activo, “cualquier incremento en la demanda agregada por el servicio se traduce en una ganancia de capital, ... por lo tanto, si en competencia las empresas pueden beneficiarse de esta ganancia, ... no hay razón para cuestionar que el proveedor único pueda beneficiarse también de esta ganancia de capital”.<sup>10</sup>

Es interesante notar que los últimos autores citados hacen una interpretación de un caso emblemático de discrepancia en el sector sanitario, como una forma de plusvalía: la rotura y reposición de pavimento. Ellos dicen que “se trata de un activo producido en un período  $t$  cuyo costo de producción se incrementa en el período  $(t + k)$  por cambios en las condiciones de mercado. Como el activo se deprecia lentamente y su precio implícito sube, su tenedor obtiene una ganancia de capital”.<sup>11</sup>

Quiroz (2006) critica el argumento anterior declarándolo insatisfactorio “porque en el contexto de funciones de producción sobre la base de redes, que tienen economías de escala naturales, la competencia es socialmente ineficiente, de donde se deduce que aunque el aumento de costos “*emulase*” lo que ocurriría en competencia, ello no es razón para argumentar que está bien dicha alza”.<sup>12</sup> Más aún, agrega “si las tarifas fueran fijadas con criterios de eficiencia y sin subsidios cruzados en lo que respecta a sus componentes fijos y variables, debería reconocerse la plusvalía en todos aquellos activos que entran en la función de producción como factores variables o que se mueven al menos proporcionalmente con el volumen producido”.<sup>13</sup>

El argumento planteado por Quiroz es discutible, tema que es abordado en la sección 5 del presente artículo. En todo caso, el mismo autor parece desdecirse a partir de señalar que en la práctica la diferenciación entre los costos fijos y variables no están reflejados correctamente en la tarifas, por lo cual el análisis de eficiencia dejaría de ser válido. Además, indica que la solución conceptual a este problema sería mudarse a un

---

<sup>10</sup> Op. cit, pag. 21.

<sup>11</sup> Op. cit, pag. 24.

<sup>12</sup> Quiroz (2006), pag. 18.

<sup>13</sup> Op. cit., pag. 19.

esquema del tipo *cost plus*, aunque no se muestra partidario de esa opción en la práctica, salvo que se tratase de un cambio integral de mecanismo regulatorio.

### 2.3 Indivisibilidades Económicas en las Inversiones

Sin duda el tema de las indivisibilidades económicas en la inversión es muy importante desde la perspectiva de la asignación eficiente de los recursos y de la posibilidad de que la empresa real tenga pérdidas o ganancias sobre normales. Los mismos cuatro artículos que se repiten en obsolescencia y plusvalía han analizado el problema de las indivisibilidades en las inversiones. San Martín, Fuentes y Held (2001) optan por “considerar en el diseño de la empresa modelo que parte desde cero una trayectoria de crecimiento optimizada en el horizonte de planificación que suele usarse en la industria respectiva, de forma de minimizar el costo presente de satisfacer la demanda prevista en ese horizonte”.<sup>14</sup>

Butelmann y Drexler (2003) indican que “la solución óptima es que la empresa, en presencia de indivisibilidades, realice el plan de inversiones óptimo, y que las generaciones actuales paguen por el porcentaje de las obras que ocupan, quedando un saldo a pagar por las generaciones futuras que ocuparán completamente las instalaciones”.<sup>15</sup> No obstante, terminan concluyendo que esta solución es impracticable en el marco del modelo de empresa eficiente en que los procesos son independientes entre sí y no tienen memoria.

Sánchez y Coria (2004) señalan que en el caso de que existan indivisibilidades, “se concluye que puede ser conveniente para la sociedad incrementar el horizonte de evaluación de las inversiones”.<sup>16</sup> Lo anterior, con el objeto de que las empresas reales optimicen sus inversiones. Más adelante expresan que “extender este período de evaluación sin incrementar el período tarifario genera transferencias intergeneracionales, que pueden ser indeseables desde alguna perspectiva distinta a la eficiencia”,<sup>17</sup> tema que no sería prioritario desde el punto de vista de la conveniencia de la regulación.

---

<sup>14</sup> San Martín et al. (2001), pag. 32.

<sup>15</sup> Butelmann y Drexler (2003), pag. 12.

<sup>16</sup> Sánchez y Coria (2003), pag. 31.

<sup>17</sup> Op. cit., pag. 33.



Tanto San Martín et al. (2001) como Sánchez y Coria (2004) no hacen ninguna referencia a la posibilidad de que la empresa real pueda obtener rentas permanentes de largo plazo cuando el horizonte de evaluación es mayor que el período tarifario, lo cual sí tendría efectos en la eficiencia económica, ya que distorsionaría las decisiones óptimas de consumo (más allá de sus implicancias distributivas).

Por su parte, Quiroz (2006) argumenta que “si no se reconoce el horizonte óptimo de planeación de inversiones, el capital queda sub-remunerado; si se reconoce íntegramente en cada fijación, con un sistema en expansión, se generan rentas anormales. Por continuidad, matemáticamente al menos, debemos concluir que existe necesariamente un período intermedio, entre la planeación óptima y la planeación para  $Q^*$ , donde el capital resulta remunerado exactamente en el nivel objetivo de rentabilidad”.<sup>18</sup> Técnicamente, por tanto sería una solución factible reconocer las inversiones para el período intermedio antes mencionado. Lo anterior, sin perjuicio de que el citado estudio vuelve a formular la idea de que podría establecerse un cambio general de modelo que enfrentara todas las dificultades conjuntamente.

### **3. Tratamiento Práctico de las Inversiones en el Mecanismo Tarifario**

En esta sección se presentan los problemas ya mencionados del mecanismo regulatorio, pero a la luz de la experiencia práctica, describiendo la forma específica como se han enfrentado en los diversos procesos de fijación tarifaria.

#### **3.1 Obsolescencia Tecnológica en la Práctica**

Es esperable que respecto a la obsolescencia tecnológica no existan mayores antecedentes empíricos explícitamente identificados como formando parte de dicho problema. La razón de ello es muy simple. Cuando en la práctica regulatoria se define la empresa modelo, independiente de cuán estricto se sea en relación a partir desde cero, se elige de facto una

---

<sup>18</sup> Quiroz (2006), pag. 24. Como se discutirá en la sección 6 de este artículo, el argumento de continuidad dado por Quiroz no es necesariamente válido, puesto que en presencia de indivisibilidades técnicas en la inversión es posible que no sea factible el punto exacto donde el inversionista no tiene rentas. Además, se muestra que la presunción de rentas no es necesariamente correcta.

determinada tecnología para el diseño y no se deja constancia del grado de consistencia de ésta con aquella que estuviese utilizando la empresa real. En otras palabras, incluso si hubiese surgido una discrepancia respecto a la elección tecnológica de la empresa modelo, ésta no podría haberse fundado en el nivel de obsolescencia tecnológica de la empresa real, ya que dicha argumentación sería inadmisibles. Tampoco es razonable imaginar que el argumento de obsolescencia aparezca de modo explícito en las discusiones que pudieran haberse generado en torno a la determinación de la tasa de costo de capital de los sectores sanitarios y de telecomunicaciones (esta tasa está fijada en un 10% por la ley, en el caso eléctrico). En este último contexto, quizás podría argumentarse que los datos internacionales usados para los cálculos no son apropiados, debido a que el tipo de regulación que enfrentan esas empresas es diferente.

Sin perjuicio de lo señalado, parece claro que el sector con tarifas reguladas que más intensamente ha sufrido el problema de obsolescencia es el de telecomunicaciones, que ha presenciado una verdadera revolución tecnológica en los últimos años. En todo caso, la forma en que se ha conceptualizado esta situación no ha sido siempre la más adecuada. Por ejemplo, Quiroz (2006) quien desarrolla extensamente el tema de la obsolescencia, llegando a declarar que es el más relevante de todos los problemas identificados en la aplicación del modelo de empresa eficiente, parece asociar la obsolescencia tecnológica en telefonía a “la aparición efectiva de tecnologías de sustitución” que desplazarían la demanda. Lo cierto es que esto no parece preciso. El caso teórico paradigmático del fenómeno de obsolescencia que implicaría un problema para el mecanismo tarifario según empresa eficiente, es aquel en que la firma regulada continúa enfrentando una demanda creciente, pero la tecnología que se usa al momento del diseño de la empresa modelo es más barata que la que empleó la empresa real en su momento para desarrollar su infraestructura (y aún no se ha recuperado el capital invertido).

El hecho que el cambio tecnológico lleve al desarrollo de un servicio sustituto, por lo cual se desplaza la demanda generando un quiebre en su tendencia, es efectivamente un problema, pero de naturaleza diferente. Es sabido que cuando se le calculan las tarifas a un monopolio natural con costos medios decrecientes, una sobreestimación de la demanda

(supongamos creciente en el tiempo) implicará una pérdida para la empresa regulada. Lo anterior debido a que los precios estimados serán menores por la existencia de economías de escala. Frente a esta dificultad, una posible solución es la planteada por Quiroz; indexar las tarifas a la estimación de la demanda. No obstante, esta medida si bien resolvería en algún sentido el problema, tiene la dificultad que pudiera crear incentivos no compatibles con el bienestar social: las empresas reguladas tendrían menos incentivos a fomentar el uso de sus servicios, lo cual es beneficioso para la comunidad, ya que los aumentos de consumo se traducirían en bajas tarifarias.<sup>19</sup>

Volviendo al verdadero tema de obsolescencia tecnológica en el cálculo de la empresa eficiente, lo concreto es que no existen estimaciones reales de la magnitud del problema. Una estructura de análisis simple sería la siguiente: (i) para una determinada conexión se utilizaba el material "x"; (ii) antes de la recuperación de la inversión realizada con el mencionado material, surge un nuevo material "y" que es perfecto sustituto de "x" pero más barato; (iii) cuando aparece el nuevo material se lleva a cabo una fijación de tarifas en que las redes se diseñan utilizando "y"; (iv) entonces, la pérdida para la empresa regulada se puede calcular en función de la diferencia entre el costo de "x" e "y", la tasa de descuento relevante y el período faltante para recuperar la inversión realizada originariamente con el material "x". Sería interesante contar con antecedentes de este tipo para evaluar si el problema tiene implicancias prácticas relevantes, o es simplemente una disquisición conceptual.

Una situación diferente que podría catalogarse como un fenómeno de obsolescencia ocurre cuando la autoridad, por la vía normativa, induce al no uso de una tecnología determinada. El contexto anterior podría darse por cambios en las normas de calidad o medioambientales.<sup>20</sup> En el extremo teórico la prohibición al uso de una tecnología que la empresa real utilizó de hecho, representa una forma de declarar obsoleta una tecnología por la vía administrativa. El problema, conceptualmente, no se produce

---

<sup>19</sup> En todo caso, para ser justos en la identificación de errores que han perjudicado y favorecido a las empresas reguladas, cabe destacar que el error inverso al mencionado previamente, esta vez de subestimación de la demanda, caracterizó la fijación de cargos de acceso de la telefonía móvil en sus inicios.

<sup>20</sup> Quiroz, 2006, menciona un ejemplo de este tipo, referido a un cambio normativo en la tecnología a utilizar en las plantas de tratamiento de aguas en el sector sanitario.

cuando la obligatoriedad de uso de la nueva tecnología es instantánea, ya que la empresa real debe en cualquier caso incurrir en la pérdida que corresponda. Aquí podría alegarse una modificación en las reglas del juego, pero no tiene ninguna relación con la fijación tarifaria sobre la base de una empresa modelo. Distinto es el caso si la autoridad da un plazo de ajuste a la empresa real, pero al fijar las tarifas diseña una empresa que cumple con la normativa desde un principio, contexto en el cual se produce una desalineación entre la trayectoria de inversión de la empresa real y la empresa modelo. Otra posibilidad es que la autoridad sólo posibilite el uso de una tecnología que abarata los costos, no obstante la utilice con fines de diseño de la empresa modelo, en un contexto en que la empresa real ya estuviese utilizando una tecnología más cara. En este caso también se genera una desalineación entre la inversión considerada por la empresa modelo y la real.

Si bien lo expuesto no concluye respecto a la relevancia práctica del problema, ya que no se cuenta con información para realizar una evaluación efectiva, se ha mostrado que el dramatismo argumentado para el caso de las telecomunicaciones se funda en una confusión entre dificultades de distinta naturaleza. En todo caso, los antecedentes disponibles indican que la autoridad ha sido cauta al considerar de modo relevante la estructura de la empresa real, sin perjuicio de los cambios tecnológicos que hayan existido. Por este motivo Butelmann y Drexler (2003) indican que se estaría en el peor de los escenarios para el consumidor, ya que la tasa de descuento incorporaría el riesgo de obsolescencia, pero las reducciones de precios sólo se realizarían de manera paulatina.<sup>21</sup>

### **3.2 Plusvalía en la Práctica**

De acuerdo a la información disponible, en el contexto del tratamiento del valor de los activos ha sido relativamente difícil para la autoridad desligarse del cumplimiento del concepto de empresa modelo, lo que induce a utilizar el valor corriente de éstos y a reflejar cualquier plusvalía en la estimación tarifaria. Por ejemplo, en las bases técnicas correspondientes a la fijación tarifaria de la Compañía de Telecomunicaciones de Chile S. A., para el período 2004 – 2009, se señala que “para las inversiones en terrenos de la

---

<sup>21</sup> Butelmann y Drexler (2003), pag. 13.

empresa eficiente se utilizarán los precios de mercado”.<sup>22</sup> Asimismo, en el sector eléctrico las bases técnicas aprobadas por la autoridad para el proceso de estimación del Valor Agregado de Distribución, 2004 – 2008, indican: “los precios unitarios de las instalaciones muebles e inmuebles deberán considerar la ubicación de los inmuebles y la calidad que corresponda a cada área típica, ... En particular se deberá mostrar una evaluación comparando la posibilidad de compra o arriendo de instalaciones cuando corresponda”.<sup>23</sup>

Es claro que determinar el valor de ciertos activos teniendo como referencia su costo de arriendo y/o compra, es equivalente a estipular que se utilizará el precio corriente, con completa independencia de lo efectivamente pagado por la empresa real al momento de su compra. Para el caso eléctrico, sólo constituyeron excepciones los derechos municipales y la red subterránea, pues respecto de los primeros se consideró los gastos históricos pagados y no los valores vigentes, mientras que en el caso de la red subterránea se consideró solamente el trazado de la empresa de referencia real.

### **3.3 Indivisibilidades de las Inversiones**

Si bien el problema de las indivisibilidades económicas en la inversión es una dificultad efectiva, que además tiene una dimensión conceptual claramente identificable, en términos prácticos no existen muchas alternativas para la autoridad ya que la normativa es bastante precisa al respecto, a lo menos en dos de los sectores regulados en el país.

En el caso de telecomunicaciones, la ley indica que “el costo total de largo plazo relevante para efectos de la fijación de tarifas se calculará para el tamaño de la empresa que resulte de considerar el volumen promedio de prestación de los distintos servicios durante el período de cinco años de vigencia de las tarifas”.<sup>24</sup> Consistentemente, las bases técnicas utilizadas son explícitas en este ámbito, indicando que “el proyecto de expansión corresponde al proyecto que es necesario concretar por la empresa eficiente para satisfacer el aumento de la demanda por los servicios regulados en el quinquenio respectivo de la vigencia de las tarifas”; y “el proyecto de reposición corresponde al proyecto que es

---

<sup>22</sup> Bases Técnico Económicas, Compañía de Telecomunicaciones de Chile, 2003, sección V.5.

<sup>23</sup> Bases Técnico Económicas, Valor Agregado de Distribución, 2004, sección 6.1.

<sup>24</sup> Ley General de telecomunicaciones, Título V, inciso final artículo 30c.

necesario concretar para que la empresa eficiente, que parte de cero, pueda satisfacer la demanda total por los servicios regulados durante el quinquenio respectivo".<sup>25</sup> Como se puede verificar, en ambos casos, tanto para la estimación del costo incremental de desarrollo (proyecto de expansión) como para la del costo total de largo plazo (proyecto de reposición), se es explícito en considerar un horizonte de planificación de cinco años, equivalente al período tarifario. En otras palabras, en este sector en términos prácticos el tema está resuelto, ya que para utilizar otra metodología habría que modificar la ley; no lo está, no obstante, desde el punto de vista de la eficiencia económica.

Asimismo, en el sector sanitario el reglamento de la ley estipula que tanto para el cálculo del costo incremental de desarrollo como para el del costo total de largo plazo los horizontes de evaluación son significativamente más largos que el período tarifario<sup>26</sup>, de donde puede concluirse que se está planificando en forma óptima las inversiones consideradas en el cálculo tarifario. No obstante, cuando el citado reglamento de la ley describe el procedimiento para discriminar si las tarifas de eficiencia (estimadas a partir del costo incremental de desarrollo) cubren el costo total de largo plazo, el análisis se desarrolla para una demanda correspondiente a un valor presente considerando sólo 5 años.<sup>27</sup> Lo anterior deja el procedimiento en una condición de ambigüedad en relación a los horizontes de planeación finalmente empleados, lo que ciertamente es y ha sido flanco para la aparición de discrepancias en los procesos tarifarios.

A modo de ejemplo, en la fijación tarifaria de Aguas Andinas para el período tarifario 2004-2009, el panel de expertos respondió acogiendo la discrepancia de la firma, argumentando que "un diseño correcto de la empresa modelo requiere considerar las soluciones tecnológicas que permiten minimizar el valor presente de los costos necesarios para satisfacer la demanda en la trayectoria óptima de expansión, incluyendo el costo de oportunidad asociado a mantener holguras de capacidad cuando existen indivisibilidades".<sup>28</sup>

---

<sup>25</sup> Bases Técnico Económicas, Compañía de Telecomunicaciones de Chile, 2003, sección V.8.

<sup>26</sup> Reglamento del Decreto con Fuerza de Ley N° 70, artículos 16 y 24.

<sup>27</sup> Op. Cit. Artículo 35.

<sup>28</sup> Fallo del panel de expertos, proceso tarifario de Aguas Andina, período 2000- 2004.

Es importante destacar dos comentarios en relación al fallo del panel de expertos sanitarios antes bosquejado. Primero, el dictamen si bien acoge la idea de utilizar un horizonte de evaluación superior al período tarifario, identifica la posibilidad de que se produzcan transferencias intergeneracionales de beneficios, tal como lo había manifestado la literatura, frente a lo cual determina una disminución porcentual en los costos de inversión a considerar para el cálculo tarifario del período inmediatamente siguiente. Sin embargo, el fallo no efectúa un análisis de la viabilidad de mantener el criterio establecido en futuros procesos tarifarios, de modo tal que exista consistencia entre lo finalmente cobrado y las inversiones materializadas a través del tiempo.

Segundo, cuando se analiza el fallo del panel de expertos sanitarios y sus argumentos, sorprende la ambigüedad del concepto de indivisibilidad empleado, lo cual no es extraño si se tiene presente la confusión entre indivisibilidades técnicas y económicas basadas en economías de escala. De hecho, en parte de la discusión da la impresión de que se está argumentando sólo la presencia de indivisibilidades de carácter técnico (disponibilidad en el mercado de módulos de inversión no estrictamente consistentes con la forma de crecimiento de la demanda). Esto es absurdo desde la perspectiva del problema. Si las indivisibilidades fuesen sólo técnicas, no existirían dos maneras de diseñar la empresa modelo, ya que esta última no puede usar tecnologías que no estén disponibles en el mercado; por tanto, no habría de qué discrepar.<sup>29</sup>

Otro ejemplo puede encontrarse en el sector eléctrico, donde el panel de expertos se pronunció sobre el tratamiento de las indivisibilidades en el contexto de la fijación de tarifas del segmento de sub-transmisión. Las empresas plantearon la necesidad modificar lo estipulado en las bases técnicas de los estudios respecto a que el valor agregado de sub-transmisión de cada sistema se basara en instalaciones económicamente adaptadas a la demanda proyectada para un período de cuatro años que minimice el costo actualizado de inversión, operación, mantención y falla. La contrapropuesta fue extender dicho período a 10 años, valor máximo que posibilita la legalidad vigente. El panel de expertos falló a

---

<sup>29</sup> La indivisibilidad económica en la inversión es la realmente interesante, ya que implica una modificación de la trayectoria de inversión en función del horizonte de tiempo considerado.

favor de las firmas argumentando: (i) las decisiones de inversión en sub-transmisión requieren horizontes de evaluación de largo plazo que tomen en cuenta las indivisibilidades en las inversiones, las economías de escala, la vida útil de las instalaciones y otras variables relevantes; (ii) la adopción de un período de evaluación de cuatro años conduce a soluciones de expansión sub-óptimas.<sup>30</sup>

El mencionado dictamen no hace una directa referencia al tema de la posibilidad de que la empresa regulada tenga rentas sobre normales permanentes si se utiliza un período de evaluación que excede la duración de las tarifas, elemento que estaba presente en la postura original de la autoridad sectorial y en la literatura especializada disponible (aspecto que será explícitamente rebatido en la sección 6). No obstante lo dicho, respecto de este tema se estipula que “ello se puede evitar, no por la vía de reducir el horizonte de evaluación de modo de reducir la dimensión de las instalaciones, sino manteniendo un horizonte extendido para determinar las inversiones eficientes y limitando el cálculo del VASTX sólo a las instalaciones presentes en el período tarifario”. Este argumento es poco claro, ya que aunque se consideren en dicho período sólo las inversiones presentes y se incorporen sus valores residuales, la firma regulada tendría rentas por el hecho que sistemáticamente, para efectos de cada fijación de tarifas, la infraestructura estaría sobre dimensionada en el período correspondiente.

#### **4. Caracterización del Problema de Obsolescencia Tecnológica**

Se ha dicho que la obsolescencia tecnológica pudiera provocar pérdidas a la empresa real, cuando la empresa modelo se diseña utilizando una tecnología nueva, que disminuye los costos medios de producción, mientras aún parte importante de la inversión de la empresa real no ha sido pagada.

Se sabe que en un mercado en competencia perfecta el cambio tecnológico no es instantáneo, puesto que bajo incertidumbre existe una espera óptima de mayor información, antes de tomar la decisión de invertir en las nuevas tecnologías. Sin embargo,

---

<sup>30</sup> Dictamen N° 9-2005 del Panel de Expertos Eléctricos, pag. 63 de 109.

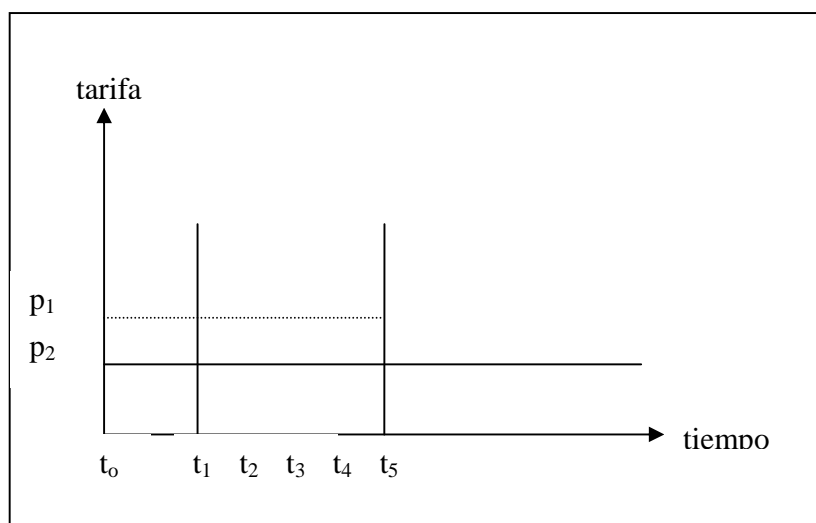


una vez que las empresas competidoras han realizado el cambio tecnológico ahorrador de costos, no queda otra opción que hacer la pérdida de capital que corresponda, ya que en caso contrario la firma será desplazada del mercado.

En un monopolio regulado mediante empresa eficiente cualquier disminución de los costos originada en nuevas inversiones generará ganancias para la firma, al interior del período tarifario. En este contexto, la evaluación privada de la alternativa de invertir en nuevas tecnologías dependerá de la comparación entre las ganancias obtenidas antes de la siguiente fijación de tarifas y los costos de la inversión durante ese mismo período. Debe tenerse presente que si la autoridad regulatoria fuera a incorporar las nuevas tecnologías en el siguiente proceso de fijación de precios, lo cual es sabido por la empresa, ésta deberá necesariamente invertir en algún momento para disminuir sus costos (decisión que, a su vez, dependerá de la comparación entre la pérdida provocada por tarifas menores y los costos de incluir las nuevas tecnologías). En otras palabras, el monopolio regulado determinará el momento óptimo para realizar su inversión en disminución de costos, instante que no necesariamente coincide con el cálculo tarifario de la autoridad.

En términos de la Figura 1, la primera fijación de tarifas se realiza en el momento  $t_0$ , correspondiendo la siguiente en  $t_5$ . En  $t_1$  se encuentra disponible en el mercado una nueva tecnología que induce a disminuir los costos medios de producción.

**Figura 1**



Al incorporar el cambio tecnológico, los costos medios disminuyen de  $p_1$  a  $p_2$ . Consistente con ello, la tarifa fijada en  $t_0$  es igual a  $p_1$  y suponemos que en  $t_5$  ésta disminuirá a  $p_2$ , cuando la estimación de la empresa eficiente incorpore el cambio tecnológico. La firma regulada decidirá en qué instante decide las nuevas inversiones dependiendo de los costos de éstas, de eventuales costos adicionales de mudarse a la nueva tecnología (por ejemplo, costos de desinstalación), de la diferencia entre  $p_1$  y  $p_2$ , del tiempo entre  $t_1$  y  $t_5$  y de la pérdida futura a partir de la nueva fijación de tarifas.

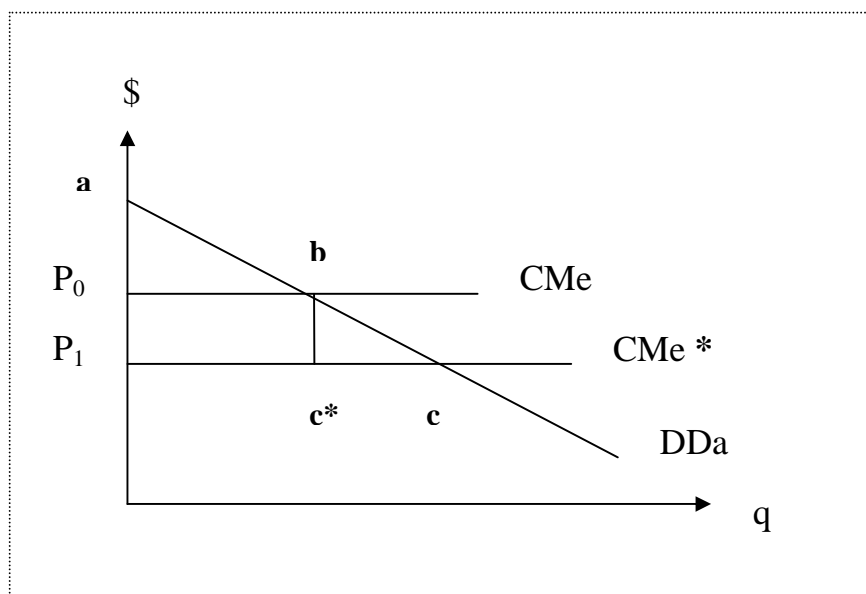
En contraste a esa decisión de la empresa, a continuación se analizará el momento óptimo de incorporar nuevas tecnologías desde una perspectiva social cuando la empresa es un monopolio natural regulado. En este caso, el costo de la inversión deberá ser comparado con los beneficios sociales de ésta, representados por la ganancia de excedente del consumidor al enfrentar precios más bajos. Dos alcances son importantes de hacer. En primer lugar, se supone por simpleza que los costos medios son constantes, lo que es una situación extrema pues precisamente estamos frente a una industria monopólica. En segundo lugar, nótese que por el lado de los costos éstos podrían no ser equivalentes a los que estimaría un monopolio en su evaluación privada, por cuanto instalar nuevos activos partiendo desde cero es eventualmente más barato que cambiar de tecnología (por costos adicionales, tales como de reinstalación, capacitación y desmantelamiento).

Desde el punto de vista de la eficiencia, es esta perspectiva de evaluación social la que debiera utilizarse para tomar la decisión de incorporar las nuevas tecnologías en el diseño de la empresa modelo, a partir de la cual se fijan las tarifas. Un tema distinto es si la empresa real incurrirá en pérdidas en este contexto.

La Figura 2 representa esta discusión. La situación de equilibrio original está dada por el punto  $b$ , que representa la intersección entre la demanda de mercado (DDa) y el costo medio de producción del monopolio (CMe). En este equilibrio inicial el excedente del consumidor está representado por el triángulo  $abP_0$ . Si se realiza la inversión en nuevas tecnologías, que abaratan los costos de producción, el costo medio del monopolio caerá a  $CMe^*$ , pudiendo cobrar un precio  $P_1$  a los consumidores, sin incurrir en pérdidas.

El beneficio de la inversión en nuevas tecnologías será el aumento del excedente de los consumidores, representado por el rombo  $P_0bcP_1$ . Por su parte, el costo deberá incluir todos los gastos en que la empresa incurriría si realizara las inversiones con nuevas tecnologías, comparado con la situación en que se no se usara la tecnología de última generación. Naturalmente, la evaluación tendrá que efectuarse en una dimensión intertemporal utilizando una tasa de descuento que represente la relación entre consumo presente y futuro de la sociedad, con un horizonte de tiempo consistente con la duración de los activos de la empresa.

Figura 2



De acuerdo a lo señalado, desde una perspectiva social la inversión en nuevas tecnologías se llevará a cabo si se cumple la siguiente condición:

$$\sum_{i=0}^n \frac{B}{(1+r)^i} - I_0 > 0 \quad (1)$$

Donde  $n$  es el horizonte de evaluación pertinente (en principio podría coincidir con el horizonte de evaluación óptima de las inversiones en el sector);  $B$  es el área determinada por el rectángulo  $P_0bcP_1$  de la Figura 2;<sup>31</sup> e  $I_0$  es el costo de la inversión en nuevas

<sup>31</sup> Para simplificar el análisis en términos prácticos, se podría asumir que el triángulo determinado por los puntos  $bcc^*$  en la Figura 2, es suficientemente pequeño como para no considerarlo en el cálculo. Esto puede

tecnologías.<sup>32</sup> Cabe señalar que para un correcto cálculo del área B en cada año futuro considerado en el horizonte de evaluación, deberán incorporarse los crecimientos estimados de la demanda.

La evaluación privada, desde la perspectiva de un monopolio regulado, respecto a invertir en una nueva tecnología en el momento  $t = t_i$  depende de lo que el monopolio estime que realizará la autoridad en el siguiente período tarifario. Si la autoridad no fuese a incorporar las nuevas tecnologías en el futuro, la evaluación privada coincidiría en su formulación con la social,<sup>33</sup> expresada en la ecuación (1), donde el aumento de excedente de los consumidores sería apropiado por el monopolio.<sup>34</sup>

Alternativamente, si se prevé que la autoridad incorporará el uso de las nuevas tecnologías en su análisis, ocurrirá que si la empresa no invierte en las nuevas tecnología, a contar del siguiente período tarifario tendrá una pérdida en cada año prácticamente equivalente al área B (ya que el precio se fijará en  $P_1$  y su costo medio será  $CMe$ ).<sup>35</sup> Según lo señalado, en una primera mirada el privado realizaría la inversión en el momento  $t = t_i$  si la condición “con inversión” entrega una mayor utilidad (menor pérdida) que la condición “sin inversión” (en este último caso, sólo tendría pérdidas a partir del año 6 después de la siguiente fijación de tarifas). Es decir:

$$\sum_{i=0}^5 \frac{B}{(1+r)^i} - I_0 > PE \quad (2)^{36}$$

Donde PE es el valor presente de las pérdidas que se generarían a contar del siguiente período tarifario, en caso de no efectuar la inversión. Como la pérdida en cada año será

prácticamente equivalente al beneficio B antes definido, entonces  $PE = -\sum_{i=6}^n \frac{B}{(1+r)^i}$ .

ser cierto si la demanda es relativamente inelástica en el tramo relevante (eventualmente válido para el sector eléctrico y sanitario) o la variación de precios no es muy significativa.

<sup>32</sup> Sin pérdida de generalidad, se asume que las nuevas tecnologías no implican costos de operación y mantenimiento adicionales.

<sup>33</sup> Se habla de formulación, por cuanto el cálculo del costo de inversión  $I_0$  podría diferir ya que la empresa real podría tener que incurrir en otros costos, como desinstalación, capacitación, etc.

<sup>34</sup> Asumiendo que el triángulo **bcc\*** es desestimado.

<sup>35</sup> Lo que es cierto si se asume que el triángulo **bcc\*** es suficientemente pequeño.

<sup>36</sup> En estricto rigor, aunque la condición (2) no se cumpliera la empresa deberá optar por incurrir en la pérdida o cerrar, lo cual implica perder las inversiones realizadas que son en general de carácter irreversible.

Reemplazando PE en la ecuación (2) se obtiene  $\sum_{i=0}^5 \frac{B}{(1+r)^i} - I_0 + \sum_{i=6}^n \frac{B}{(1+r)^i} > 0$  lo cual es estrictamente equivalente a lo establecido en la ecuación (1), es decir la evaluación social. Hay que notar que si el triángulo  $\mathbf{bcc}^*$  no es suficientemente pequeño (demanda más elástica), entonces  $\mathbf{B} = \mathbf{P}_0 \mathbf{bc}^* \mathbf{P}_1 < \mathbf{PE}$ . Luego, si fuera rentable socialmente cambiar de tecnología, lo sería aún más para el monopolista regulado.

De este análisis se deduce que si el proyecto de inversión en nuevas tecnologías es socialmente rentable, ex - post lo es también desde la óptica del monopolio regulado, suponiendo que éste predice correctamente la decisión de considerar en el cálculo tarifario la inversión en nuevas tecnologías por parte de la autoridad regulatoria. Este argumento es aún más válido si se tiene en consideración que las pérdidas patrimoniales pueden ser cuantiosas en caso de cierre.

Cabe señalar que en el caso de competencia perfecta la decisión de inversión en nuevas tecnologías en última instancia está impulsada por la necesidad de mantenerse en el mercado. No obstante, en términos de los beneficios sobre normales considerados, dicha decisión podría implicar una diferencia respecto al monopolio regulado, por cuanto el período de ganancias sobre normales podría ser mayor en competencia si se asume que la reacción del resto de las empresas es más lenta que la correspondiente al siguiente período tarifario. Este argumento se puede desestimar si se piensa que ante un cambio tecnológico, las empresas se ajustan rápidamente para no ser desplazadas.

Desde la perspectiva descrita, es evidente que en un mercado en competencia la obsolescencia tecnológica es parte del riesgo del negocio, por lo cual ya debiera estar incorporado en la tasa de descuento pertinente. El monopolio regulado, al no enfrentar competencia y sin la amenaza de que la autoridad bajará las tarifas sobre la base de considerar las nuevas tecnologías, podría no tener incentivos a la inversión en nuevas tecnologías, salvo que el lado izquierdo de la ecuación (2) fuese mayor que cero, lo que podría ser altamente improbable. Por este motivo es del todo razonable que sea la autoridad la que induzca a realizar dichas inversiones, por la vía de considerar las nuevas tecnologías en el diseño de la empresa modelo en el momento de fijación de tarifas.

Siendo cierto lo planteado, es necesario corregir el criterio de que en el diseño de la empresa modelo se usen siempre las nuevas tecnologías disponibles, ya que podría ocurrir que no fuera socialmente rentable la inversión en nuevas tecnologías, sobre la base del criterio definido en la ecuación (1). En este caso, se haría incurrir en una pérdida a la empresa real regulada, que no tiene como fundamento un principio de eficiencia.

En suma, formulado así el problema, la obsolescencia tecnológica es parte del riesgo del negocio y debe estar considerada en la tasa de descuento. Si la evaluación social se efectúa correctamente, no existe argumento válido para no incorporar las nuevas tecnologías en el cálculo tarifario; en principio no es distinto el riesgo de obsolescencia que enfrenta una firma en competencia que el monopolio regulado.

A juicio de estos autores, la dificultad está radicada en un tema de estimación y no en un tema conceptual. En efecto, para determinar si se incorporarán las nuevas tecnologías en el diseño de la empresa modelo, la autoridad deberá realizar la evaluación social del proyecto según se especifica en la ecuación (1). Como es factible estimar las demandas pertinentes, no se observa dificultad para identificar el valor del parámetro  $B$ . Sin embargo, la estimación de  $I_0$  puede ser más complicada, por la razones que a continuación se exponen.

Para ser consistentes con la evaluación social,  $I_0$  debe representar el costo de utilizar nuevas tecnologías disponibles en el mercado en relación a lo que costaría mantener la producción con los niveles tecnológicos anteriores, es decir, antes de que las nuevas tecnologías estuviesen disponibles. Por lo tanto, la estimación de  $I_0$  debe hacerse de acuerdo a  $I_0 = I_{Tec_1} - I_{Tec_0}$ , siendo  $I_{Tec_1}$  el costo de inversión de la empresa modelo asumiendo la utilización de la tecnología disponible en el momento de la fijación de tarifas e  $I_{Tec_0}$  el costo de inversión de la empresa modelo asumiendo la utilización de la tecnología disponible en el periodo tarifario anterior.

Este criterio es consistente con la "filosofía" de tarifificar de acuerdo a una empresa modelo que parte desde cero. Cabe destacar que en principio es razonable esperar que  $I_0$  tenga un valor positivo, por cuanto con una buena probabilidad cuando entran al mercado las nuevas tecnologías abaratadoras de costos son más caras que las antiguas, en cuyo caso

será la ecuación (1) la que determine la conveniencia desde el punto de vista social de incorporar las nuevas tecnologías en el cálculo tarifario. No obstante lo señalado, pudiese ocurrir que un cambio tecnológico sea tan violento que implique un valor de  $I_0$  negativo, en la medida en que la nueva tecnología entre al mercado a un precio más barato que la anterior. En esta última circunstancia, la ecuación (1) llevará siempre a la decisión de usar dicha tecnología, lo cual es perfectamente consistente desde un punto de vista social, aunque nada se ha dicho respecto de la velocidad de dicho cambio tecnológico.

## **5. Caracterización del Fenómeno de Plusvalía en los Activos**

El fenómeno de la plusvalía en los activos necesarios para otorgar el servicio se puede analizar desde dos puntos de vista. Por un lado, debe visualizarse la situación económica de la empresa real, en la perspectiva de determinar si las ganancias que obtiene son socialmente aceptables. Por otro lado, debe determinarse con un criterio de eficiencia económica si los precios fijados corresponden a los socialmente apropiados. Las respuestas a estas dos dimensiones no necesariamente van a coincidir, en el sentido de que un precio pudiera reflejar el socialmente óptimo, considerando los niveles de escasez en el mercado, pero generar rentas a la empresa real, por cuanto utiliza insumos por los cuales no efectúa pago alguno. En este caso puede ser preferible transferir la ganancia a los consumidores y no perpetuar una situación de beneficios sobre normales a través del tiempo.

Desde la perspectiva de la eficiencia económica, si se piensa en un mercado en competencia, es razonable asumir que la variación en el precio de cualquier insumo variable que afecte el costo marginal de producción debiera reflejarse en la tarifa cobrada. Sin embargo, en el caso de un monopolio natural regulado este mismo argumento es más discutible, pues el traspaso de costo – por un fenómeno de plusvalía – a precio no es estricto. Esto puede tener dos causas. Por un lado, la tarifa es calculada a costo medio lo que genera desde ya una distorsión en la asignación de recursos. Por otro, en la práctica y por razones distributivas, la estructura tarifaria normalmente difiere de la óptima, en el sentido de que se variabiliza parte relevante de los costos fijos.

El argumento de que el valor de cierto tipo de activos tiene una tendencia creciente a través del tiempo, considerado en el marco de la búsqueda de una forma de resolver el problema de las rentas que podría obtener la empresa regulada cada vez que el mencionado valor crece, entrega antecedentes importantes para una decisión regulatoria consistente. Debe recordarse que el razonamiento consiste en tomar como válido el valor corriente de los activos – incluyendo la plusvalía que pudiere haber existido – y al mismo tiempo proyectar su crecimiento de forma de incrementar por esta vía el valor residual de la firma. Con ello, el fenómeno de la plusvalía quedaría compensado en la medida que en la siguiente fijación de precios si bien el valor del activo correspondiente incluirá la plusvalía, las tarifas del periodo anterior habrían sido disminuidas por un monto equivalente (por el incremento en el valor residual de la firma).

En principio es razonable considerar que no existe ninguna razón por la cual el precio de un activo físico utilizado en la producción de una firma deba cambiar su valor en el tiempo. Lo normal es que dicho valor sea estacionario. No obstante lo anterior, siguiendo el análisis de Butelmann y Drexler (2003) si se asume que existe un activo que tiene una plusvalía permanente en el tiempo, su valor en el momento cero estará dado por la siguiente expresión:

$$A_0 = \sum_{i=1}^{\infty} a_0 \frac{(1+g)^i}{(1+r)^i}$$

Donde  $A_0$  corresponde al valor del activo en el momento cero;  $a_0$  al valor del arriendo del activo en ese momento;  $r$  a la tasa de descuento intertemporal;  $y$ ,  $g$  a la tasa de crecimiento del valor del activo en el tiempo.

Asumiendo que  $g < r$  (de otra forma se indetermina el precio de equilibrio del activo), entonces el precio del activo en el momento cero se puede expresar como:

$$A_0 = a_0 \frac{(1+g)}{(r-g)} \quad (3)$$

De donde el valor del arriendo ascenderá a:

$$a_0 = A_0 \frac{(r-g)}{(1+g)} \quad (4)$$



Si el precio del activo no cambiara, su valor en el momento cero sería  $A_0 = \frac{a_0}{r}$ , por lo cual sería correcto que recibiera un pago (arriendo) de  $A_0 r$  en cada período. Del mismo modo, si su precio crece a la tasa  $g$  la remuneración correcta por período debiera ascender a  $A_0 \frac{(r-g)}{(1+g)}$ . Es simple verificar que  $A_0 \frac{(r-g)}{(1+g)} < A_0 r$ , ya que  $\frac{(r-g)}{(1+g)} < r$ . Es decir, en presencia de plusvalía, el pago debiera ser menor que la remuneración del capital a la tasa de descuento pertinente.

Como la remuneración correcta en caso de que exista plusvalía en el activo está dada por la ecuación (4), es fácil verificar que el arriendo debiese ser menor que el pago al capital según la tasa de descuento:  $a_0 < A_0 r$ . Esto se debe a que la inversión recibe una remuneración adicional correspondiente al incremento de su valor en el tiempo. De lo anterior se deduce que si en un proceso tarifario se considera el valor actual del activo ( $A_0$ ), se estará remunerando a la firma por sobre el costo alternativo de arrendar el bien.

Según lo señalado, la conclusión formulada por los citados autores es correcta. Para efectos tarifarios o bien se considerara el valor de mercado del activo y se incrementa consistentemente su valor residual (según la tasa de plusvalía en el período tarifario), o alternativamente, se usa el valor de mercado del arriendo correspondiente. Lo complicado en términos prácticos de esta solución es que habría que tener una buena predicción de la tasa de plusvalía en el tiempo, lo cual no parece simple.

En virtud de lo dicho es posible distinguir entre plusvalía estacionaria y tendencial. En el primero de los casos, es posible que exista plusvalía en los activos en un sentido estricto, es decir, que los cambios de precios no sean predecibles y tengan modificaciones bruscas en el tiempo (nótese que cuando se conoce de antemano la tasa de crecimiento del valor de un activo en el tiempo, su precio no presenta saltos significativos). Naturalmente, bajo estas circunstancias, el dilema para efectos tarifarios existe sólo cuando un género de activos del mismo tipo han incrementado su precio, en caso contrario simplemente se utiliza un activo sustituto para el diseño de la empresa modelo. Por ejemplo, si un terreno específico sube de precio y es posible en un sentido teórico (de empresa modelo) usar otro,

lo lógico es valorar el terreno al precio de mercado disponible. Si contrariamente, es el tipo de activos (con carácter de sustitutos en el contexto del diseño de la empresa) el que sube de precio, para que dicha alza no sea predecible debe ser correcto que no ha sido sistemática, con lo cual no existe ningún argumento para establecer qué ocurrirá con el precio en el futuro. En general, cambios aleatorios pueden afectar a la empresa en cualquier dirección en los diferentes procesos de fijación de tarifas. Por lo tanto, si no existe una historia de incrementos en los precios, el diseño de la empresa modelo debe simplemente considerar el valor de mercado vigente al momento de fijación tarifaria.

Una segunda situación es la de plusvalía tendencial. Cuando el precio de un activo ha ido sistemáticamente aumentando en el tiempo, se debiera realizar una estimación de su valor futuro e incorporar dicho incremento en el valor residual, de modo de no generar una renta sistemática que favorece a la empresa a costa de los consumidores. Nótese que por simetría, si un activo baja de valor en el tiempo debiese realizarse la misma corrección, que en la práctica puede corresponder a la utilización de vidas útiles más cortas.

## **6. Indivisibilidades Económicas en la Inversión**

En el tema de las indivisibilidades, existen dos elementos constitutivos del problema que en la literatura se han considerado como válidos, sin que se hayan demostrado fehacientemente. El primero de ellos es que cuando se diseña la empresa modelo con un horizonte de evaluación óptimo, la empresa real tendría ganancias sobre normales debido a la permanente holgura de capacidad que la empresa tendría al inicio de cada tarificación. El segundo corresponde a la afirmación de que la empresa real tendría pérdidas cuando se diseña la empresa modelo con un horizonte de planificación coincidente con el período tarifario. Esta sección del trabajo analizará la verosimilitud de ambas creencias.

### **6.1 Planificación de Largo Plazo y Rentas de la Empresa Real**

En primer término se discutirá en torno a las eventuales rentas de la empresa cuando se utiliza el horizonte óptimo. Para ello se hará una modelación simplificada, con características de ejemplo, que si bien pudiera no representar todas las posibilidades

teóricamente imaginables, es lo suficientemente consistente como para al menos desmitificar la creencia básica: la empresa real obtendría ganancias sobre normales.

Conceptualmente, lo que se demostrará es un fenómeno que no estaba presente en la literatura revisada: existen dos efectos que actúan simultáneamente cuando se planifica un horizonte de inversiones de largo plazo, en presencia de economías de escala en la inversión. Por un lado, puede existir algún grado de holgura en las inversiones, la cual pudiese traducirse en rentas para la empresa real, en caso que su nivel de inversión efectivo sea en algún momento menor que el de la empresa modelo diseñada. Sin embargo, por otro lado, la empresa modelo que parte desde cero en cada momento tarifario tendrá siempre la posibilidad de ir utilizando economías de escala en la inversión que la empresa real no puede, ya que en cada momento del tiempo tiene inversiones hundidas ya realizadas.

Se demostrará bajo una modelación estilizada que la empresa real podría tener pérdidas en vez de ganancias extra normales. Además, la modelación realizada muestra que aún en el hipotético caso que la empresa pudiese tener rentas, debido a la planificación de largo plazo de las inversiones, el criterio de buscar una solución de continuidad matemática formulado por Quiroz (2006) es presumiblemente inaplicable debido a que habría que modelar la discontinuidad de la función de inversión real para cada elemento de las redes, lo que podría ser inviable en términos prácticos.

**Caso Básico con 2 Niveles de Inversión.** Supongamos que demanda crece de manera que los requerimientos de inversión para cubrirla aumentan en un monto  $A$  período tras período. Esto es, en el período 1 la demanda alcanza una magnitud tal que se requiere una inversión de  $A$ , que en adelante se supondrá debe ser realizada en el momento cero. Del mismo modo, en el período 2 se requiere una inversión de  $2A$  para satisfacer la demanda, la que se asume debe ser llevada a cabo en el momento 1. Así, sucesivamente. Se asume que cada período consta de 4 años.

Para simplificar el análisis, se supone que existen dos módulos de inversión,  $A$  y  $2A$ ; la inversión  $A$  tiene un costo de  $P_A$ ; la inversión  $2A$  tiene un costo de  $P_{2A}$ ;  $P_A$  y  $P_{2A}$  son precios unitarios comparables, ya que se paga  $P_A$  por  $A$  y  $P_{2A}$  por  $2A$ ; existen economías de

escala en la inversión, tal que  $P_A > P_{2A}$ ; además,  $2P_{2A} > P_A$ , ya que si  $P_{2A}$  fuese más pequeño que la mitad de  $P_A$ , entonces comprar 2A sería más barato que comprar A, lo cual es económicamente absurdo.

El fenómeno de las indivisibilidades se presenta si para la empresa es más conveniente invertir 2A en el momento cero, que invertir A en el momento cero y otra A en el momento 1. Formalmente,  $2AP_{2A} < AP_A + AP_A\rho$ , donde  $\rho$  es el factor de descuento.

Luego, esa condición puede ser expresada como  $\rho > \frac{2P_{2A} - P_A}{P_A}$ .

Este resultado es consistente, ya que muestra que para que invertir de una vez 2A en el momento cero el factor de descuento para el período no puede ser “muy bajo”, sino tendría sentido invertir en el futuro que sería mucho más barato en valor presente. Del mismo modo, de la condición original se deduce:

$$\frac{2P_{2A}}{P_A} < 1 + \rho \quad (5)$$

Esta condición es plausible para tasas de descuento con valores dentro de rangos razonables. De hecho, teniendo presente que si la fijación tarifaria es cada cuatro años,

entonces  $\rho = \left(\frac{1}{1+r}\right)^4$ , lo que nos lleva a que si  $r = 10\%$ , entonces  $2P_{2A}/P_A < 1,68$ . Esta

restricción es consistente con la restricción antes formulada de que  $2P_{2A} > P_A$ , la cual implica que  $2P_{2A}/P_A > 1$ .

En esta circunstancia, la tarifa en el período cero se calcula para pagar una inversión de 2A y la empresa real invierte 2A, por lo cual en el primer período tarifario no obtiene rentas. En el período 1, cuando se fijan nuevamente las tarifas, la demanda ya implica una inversión de A y se requiere invertir de inmediato 2A para satisfacer la demanda del siguiente período. Obviamente, si las unidades de inversión son A y 2A, la empresa modelo que parte de cero invertirá 2A para satisfacer la demanda. Como la empresa real ya había invertido 2A en el momento cero, la tarifa fijada para el segundo período le permitirá cubrir sólo sus costos, no teniendo rentas sobre normales.

Este ejemplo se puede repetir hacia delante en el tiempo, no presentándose rentas para la empresa en ningún período. Para hacer el caso más complejo, se supondrá que existen 3 módulos de inversión posibles, A, 2A y 3A, y se repite el ejercicio previo con las restricciones adecuadas sobre los precios ( $P_A > P_{2A}$  y  $P_{2A} > P_{3A}$ ;  $2P_{2A} > P_A$ ;  $3P_{3A} > 2P_{2A}$ ). En esta circunstancia, si se asume que a la empresa modelo le conviene invertir 3A en el momento cero, entonces la empresa real tampoco obtiene rentas sobre normales; es decir, las tarifas sólo permitirán financiar la inversión efectiva de la empresa real. Bajo el mismo marco, si se asumiera que a la empresa modelo le conviene invertir 2A en el momento cero, pero que en ningún momento del tiempo le conviene invertir 3A, tampoco se verificarán rentas para la empresa real. Estos dos casos se analizan en el anexo 1.

**Caso con Tres Niveles de Inversión y Holgura Respecto de la Empresa Real.** Se asumen tres posibles niveles de inversión, con las mismas condiciones del párrafo previo. Para hacer el ejemplo más interesante, se supondrá que a la empresa modelo le conviene invertir 2A en el momento cero y, además, le conviene invertir 3A en algunos momentos del tiempo, verificándose así condiciones de holgura respecto a la empresa real. En el Anexo 2 se presenta el análisis detallado de las decisiones de inversión óptima de la empresa modelo en cada uno de los siete momentos tarifarios considerados (mínimo de revisiones tarifarias posibles para hacer más general el caso de tres niveles de inversión).

Las condiciones que se derivan del referido análisis son las siguientes:

$\frac{3P_{3A}}{2P_{2A}} < 1 + \rho + \rho^3 + \rho^5 - \rho^2 - \rho^4 - (1/2)\rho^6$		$\frac{3P_{3A}}{2P_{2A}} < 2 + \rho^2 + \rho^4 - \rho - \rho^3 - (1/2)\rho^5$
$\frac{3P_{3A}}{2P_{2A}} < 1 + \rho + \rho^3 - \rho^2 - (1/2)\rho^4$		$\frac{2P_{2A}}{P_A} < \frac{1}{(1 + \rho^2 + \rho^4(1/2) - \rho - \rho^3)}$
$\frac{3P_{3A}}{2P_{2A}} > 1 + \rho^2 + (1/2)\rho^4 - \rho^3$	$\frac{3P_{3A}}{2P_{2A}} < 1 + \frac{P_A}{2P_{2A}}$	$\frac{3P_{3A}}{2P_{2A}} < 2 + \rho^2 - \rho - (1/2)\rho^3$
$\frac{2P_{2A}}{P_A} < 2$	$\frac{2P_{2A}}{P_A} < \frac{1}{(\rho + (1/2)\rho^3 - \rho^2)}$	$\frac{3P_{3A}}{2P_{2A}} > (1 + \rho) - \frac{P_A}{2P_{2A}}$

$\frac{3P_{3A}}{2P_{2A}} < 1 + \rho + (1/2)\rho^3 + \rho^2$	$\frac{3P_{3A}}{2P_{2A}} < 1 + \rho - (1/2)\rho^2$	$\frac{2P_{2A}}{P_A} < \frac{1}{(1 + (1/2)\rho^2 - \rho)}$
$\frac{3P_{3A}}{2P_{2A}} < 2 + (1/2)\rho^2 - \rho$	$\frac{2P_{2A}}{P_A} < \frac{1}{(1 - (1/2)\rho)}$	

En el Anexo 3 se demuestra que todas estas condiciones, junto a las anteriormente propuestas, se cumplen simultáneamente considerando valores razonables para la tasa de descuento. La decisión óptima de inversión de la empresa modelo en cada momento tarifario, representada por las condiciones anteriores, se puede observar en la Tabla 1. Asimismo se presenta la trayectoria y estructura de inversión de la empresa real.

Tabla 1

Período	Tarifica según una Inversión	Estructura de Inversión para Tarificar	Inversión de la Empresa Real	Estructura Inversión de Empresa Real
(0 – 1)	2A	(2A)	2A	(2A)
(1 – 2)	3A	(3A)	2A	(2A)
(2 – 3)	3A	(3A)	4A	(2A + 2A)
(3 – 4)	5A	(3A + 2A)	4A	(2A + 2A)
(4 – 5)	6A	(3A + 3A)	6A	(2A + 2A + 2A)
(5 – 6)	6A	(3A + 3A)	6A	(2A + 2A + 2A)
(6 – 7)	8A	(3A + 3A + 2A)	8A	(2A + 2A + 2A + 2A)
(7 – 8)	9A	(3A + 3A + 2A)	8A	(2A + 2A + 2A + 2A)

Según lo presentado, las siguientes variables determinarán si la empresa real tiene ganancia o pérdidas por el hecho que se planifique la empresa modelo a partir de un horizonte de planeación de largo plazo: los precios de los distintos módulos de inversión, la tasa de descuento relevante, los períodos en que la empresa real esta sobre o sub-invertida respecto a la empresa modelo que define las tarifas, y la estructura de inversión de la empresa real respecto a la empresa modelo.

Para encontrar una expresión para el balance neto de ganancias (pérdidas) de una firma regulada en el contexto descrito anteriormente, es necesario establecer cuáles serían las tarifas a cobrar en cada período, las que deben coincidir con la recaudación necesaria para pagar las inversiones (lo que se “usa” en los cuatro años del período tarifario, equivalente a  $4/32$ , si se asume una depreciación lineal a 32 años)<sup>37</sup>, que por simplicidad se asume que es el único costo, junto al costo de oportunidad reflejado en la tasa de descuento aplicada a los valores residuales.

Sea  $t_i$  la tarifa unitaria fijada para el período determinado entre el momento  $i$  y el momento  $(i + 1)$ ; y sea  $q_A$  la demanda que permite satisfacer la inversión de monto  $A$ . Luego:

$t_0 = \frac{2AP_{2A}(1-(28/32)\rho)}{q_A}$	$t_1 = \frac{3AP_{3A}(1-(28/32)\rho)}{2q_A}$
$t_2 = \frac{3AP_{3A}(1-(4/32)\rho)}{3q_A}$	$t_3 = \frac{(3AP_{3A} + 2AP_{2A})(1-(28/32)\rho)}{4q_A}$
$t_4 = \frac{(3AP_{3A} + 3AP_{3A})(1-(28/32)\rho)}{5q_A}$	$t_5 = \frac{(3AP_{3A} + 3AP_{3A})(1-(4/32)\rho)}{6q_A}$
$t_6 = \frac{(3AP_{3A} + 3AP_{3A} + 2AP_{2A})(1-(28/32)\rho)}{7q_A}$	$t_7 = \frac{(3AP_{3A} + 3AP_{3A} + 2AP_{3A})(1-(28/32)\rho)}{8q_A}$

Puede corroborarse que la trayectoria de inversiones que deben ser financiadas por las tarifas coincide con la presentada en la Tabla 1 como “estructura de la inversión para tarifificar”. Por su parte, la demanda por la que es dividido el costo de la inversión es la trayectoria originalmente presentada, que aumenta en “ $A$ ” cada período tarifario.

Por su parte, los costos en que incurre la empresa real en cada período, que suponemos corresponden a la proporción de la inversión depreciada en el período y el costo de oportunidad reflejado en el valor residual, son los siguientes para el caso bajo análisis:

<sup>37</sup> El supuesto de depreciación es irrelevante para el análisis, con la sola condición de que ésta sea igual para cada tipo de inversión.

$C_0 = 2AP_{2A}(1 - (28/32)\rho)$	$C_1 = 2AP_{2A}(1 - (28/32)\rho)$
$C_2 = (2AP_{2A} + 2AP_{2A})(1 - (28/32)\rho)$	$C_3 = (2AP_{2A} + 2AP_{2A})(1 - (28/32)\rho)$
$C_4 = (2AP_{2A} + 2AP_{2A} + 2AP_{2A})(1 - (28/32)\rho)$	$C_5 = (2AP_{2A} + 2AP_{2A} + 2AP_{2A})(1 - (28/32)\rho)$
$C_6 = (2AP_{2A} + 2AP_{2A} + 2AP_{2A} + 2AP_{2A})(1 - (28/32)\rho)$	$C_7 = (2AP_{2A} + 2AP_{2A} + 2AP_{2A} + 2AP_{2A})(1 - (28/32)\rho)$

Dado que se ha supuesto que el crecimiento de la demanda se hace efectivo al inicio de cada período tarifario, por lo cual la inversión requerida también, por consistencia, se asumirá que los ingresos se reciben al inicio de cada período.<sup>38</sup> Bajo estas condiciones, la siguiente expresión define la condición necesaria para que en el contexto descrito, la firma regulada obtenga rentas sobre normales:

$$t_0q_A + t_12q_A\rho + t_23q_A\rho^2 + t_34q_A\rho^3 + t_45q_A\rho^4 + t_56q_A\rho^5 + t_67q_A\rho^6 + t_78q_A\rho^7 > C_0 + C_1\rho + C_2\rho^2 + C_3\rho^3 + C_4\rho^4 + C_5\rho^5 + C_6\rho^6 + C_7\rho^7$$

Se puede constatar que el cálculo de los ingresos considera las tarifas vigentes multiplicadas por la demanda efectiva. Asimismo, los costos incluyen la trayectoria de inversiones de la empresa real (Tabla 1) y sus respectivos precios. Después de algunas manipulaciones, la expresión anterior queda reducida a:

$$\frac{3P_{3A}}{2P_{2A}} > \frac{(1 + 2\rho + \rho^2 + 3\rho^3 + 3\rho^4 + 3\rho^5 + 3\rho^6)}{(1 + \rho + \rho^2 + 2\rho^3 + 2\rho^4 + 2\rho^5 + 2\rho^6)} \quad (6)$$

Para afirmar que la empresa tiene ganancias producto de la presencia del fenómeno de las indivisibilidades económicas en la inversión se debe cumplir la condición definida en (6). Recurriendo nuevamente a valores plausibles para la tasa de descuento ( $r = 0,1$ ), se puede verificar que la condición de (6) no es compatible con todas las condiciones antes establecidas (ver Anexo 3). Por esta razón se puede afirmar que la empresa no sólo no obtiene necesariamente rentas, sino que puede tener que enfrentar pérdidas en el escenario que se planifican las inversiones con un horizonte de largo plazo.<sup>39</sup>

<sup>38</sup> En todo caso si se asumiera que los ingresos se reciben al final de cada período tarifario, las conclusiones no varían.

<sup>39</sup> En el ejemplo desarrollado y asumiendo  $r = 1$ , la condición de incurrir en pérdidas es compatible con todo el resto de las ecuaciones.



**Conclusión Acerca de las Indivisibilidades con Proyección de Largo Plazo.** Se ha demostrado con ejemplos sencillos que en este caso la empresa real no sólo no tiene rentas bajo cualquier circunstancia, sino que incluso podría tener pérdidas. Se discuten a continuación algunos alcances respecto de este resultado.

Si bien la modelación realizada y el resultado obtenido no implican necesariamente en un sentido lógico que no exista posibilidad alguna que bajo otra modelación pudiera especificarse un caso en que la empresa obtiene ganancias, producto de que la empresa modelo se diseñe con un horizonte de planeación de largo plazo, lo que si demuestra que ello no ocurre necesariamente, creencia ampliamente difundida en la literatura analizada en los capítulos anteriores. Más aún, bajo condiciones plausibles, la firma debe enfrentar un escenario de pérdidas.

En definitiva, el análisis realizado muestra que, de acuerdo a la modelación con carácter de ejemplo estipulada, la empresa real no tendrá necesariamente ganancias sobre normales cuando la empresa modelo es diseñada a partir de un horizonte de planificación de largo plazo. Dado que la modelación efectuada no es la única situación factible y, por tanto, no se puede afirmar que sea imposible concebir un contexto particular en que la empresa pudiera obtener rentas, no se puede concluir que bajo ninguna circunstancia tendría rentas. Sin embargo, lo que si se puede afirmar a ciencia cierta es que la creencia generalizada de que la empresa real tendrá ganancias sobre normales cuando la empresa modelo se planifica para el largo plazo es falsa, ya que a lo menos existe una situación en esto no es cierto.<sup>40</sup>

Es interesante notar que si se efectúa el análisis anterior considerando sólo los primeros dos períodos o los primeros cuatro, la empresa real podría efectivamente tener rentas debido a la sobre inversión correspondiente a los períodos tarifarios 1 (1-2) y 3 (3-4). Considerando los primeros dos períodos la empresa tendrá rentas si

---

<sup>40</sup> Una modelación alternativa se encuentra en Osorio (2007), quien define una función continua de inversiones, pero que presenta economías de escala en el sentido de que al comprar más unidades de inversión el precio unitario es más barato. Lo cierto es que esta forma de enfrentar el problema no entrega antecedentes adicionales por cuanto el suponer una función continua lleva al resultado práctico que la trayectoria de inversiones de la empresa modelo debiera coincidir siempre con la de la empresa real.

$t_0q_A + t_12q_A\rho > C_0 + C_1\rho$ , lo que se traduce en la condición  $3P_{3A}/2P_{2A} > 1$ , que se cumple necesariamente. De igual modo, considerando los cuatro primeros períodos la empresa tendrá rentas si  $t_0q_A + t_12q_A\rho + t_23q_A\rho^2 + t_34q_A\rho^3 > C_0 + C_1\rho + C_2\rho^2 + C_3\rho^3$ . Esta condición se traduce en  $3P_{3A}/2P_{2A} > (1 + 2\rho + \rho^2)/(1 + \rho + \rho^2)$ , lo que para  $r = 10\%$  es plenamente compatible con el resto de las ecuaciones presentadas.<sup>41</sup>

Lo que muestran estos últimos resultados es que en períodos cortos de tiempo es más probable encontrar situaciones en que la empresa real pudiera tener rentas. Lo anterior es razonable si se piensa que en la medida en que se consideran más años, el efecto de las economías de escala en la inversión que sólo puede aprovechar la empresa modelo es más relevante (respecto a los períodos de sobre inversión de la empresa modelo en relación a la empresa real).

Sin perjuicio de lo señalado, una extensión posible en la modelación efectuada en este ámbito es suponer que la tarificación no se origina junto a la puesta en operación de la empresa real, sino posteriormente, por ejemplo como producto de un proceso de privatización. En todo caso, en principio debiera ocurrir que el fenómeno que induce a obtener pérdidas debiera acentuarse, ya que la empresa modelo partirá desde cero cuando la empresa real tiene un conjunto muy significativo de inversiones hundidas.

## 6.2 Planificación de Corto Plazo y Pérdidas de la Empresa Real

Para analizar el caso en que la empresa modelo planifica sus inversiones mirando sólo el período tarifario (corto plazo) y corroborar si efectivamente la empresa real tendría pérdidas en cualquier circunstancia, se trabajará sobre la base de la misma modelación antes definida, en que en el momento cero a la empresa que mira el largo plazo le conviene invertir en bloques de 2A. Por su parte, la empresa modelo tendrá siempre como objetivo satisfacer sólo la demanda correspondiente al período tarifario.

En esta circunstancia, los esquemas de inversiones de las empresas modelo y real son las siguientes:

---

<sup>41</sup> La condición asume el valor 1,318 para  $r = 0,1$ .

Tabla 2

Período	Tarifica según una Inversión	Estructura de Inversión para Tarificar	Inversión de la Empresa Real	Estructura Inversión de Empresa Real
(0 – 1)	A	(1A)	2 <sup>a</sup>	(2A)
(1 – 2)	2A	(2A)	2 <sup>a</sup>	(2A)
(2 – 3)	3A	(3A)	4 <sup>a</sup>	(2A + 2A)
(3 – 4)	4A	(3A + 1A)	4 <sup>a</sup>	(2A + 2A)
(4 – 5)	5A	(3A + 2A)	6 <sup>a</sup>	(2A + 2A + 2A)
(5 – 6)	6A	(3A + 3A)	6 <sup>a</sup>	(2A + 2A + 2A)
(6 – 7)	7A	(3A + 3A + 1A )	8 <sup>a</sup>	(2A + 2A + 2A + 2A)
(7 – 8)	8A	(3A + 3A + 2A)	8 <sup>a</sup>	(2A + 2A + 2A + 2A)

Se puede constatar que en esta circunstancia existen dos efectos que actúan en la dirección de provocar pérdidas a la empresa real. Por un lado, al seguir la empresa real su trayectoria óptima de inversión existirán períodos en que invierte más que la empresa modelo. Por otro, la empresa modelo usa las economías de escala para su diseño en todo momento.

Para que la Tabla 2 refleje la estructura de inversiones de la empresa modelo, sobre la base de la cual se estiman las tarifas, deben cumplirse las siguientes restricciones, que son plenamente consistentes entre sí.<sup>42</sup>

$P_A > P_{2A} > P_{3A}$	$2P_{2A} > P_A$	$3P_{3A} > 2P_{2A}$
$3P_{3A} + P_A < 2P_{2A} + 2P_{2A}$	$3P_{3A} + 2P_{2A} < 2P_{2A} + 2P_{2A} + P_A$	

Consistentes con la trayectoria definida, las siguientes serán las tarifas en cada período tarifario:

<sup>42</sup> Las tres primeras condiciones se cumplen por construcción de la modelación. Por su parte, la quinta condición es evidentemente válida ya que comprar 3A al precio  $P_{3A}$  es más barato que comprar 2A al precio  $P_{2A}$  más A al precio  $P_A$ . Por último, la cuarta expresión es válida ya que es equivalente a  $3P_{3A}/2P_{2A} < 2 - P_A/2P_{2A}$ , lo que es compatible con la ecuación (5).

$t_0 = \frac{AP_A(1-(28/32)\rho)}{q_A}$	$t_1 = \frac{2AP_{2A}(1-(28/32)\rho)}{2q_A}$
$t_2 = \frac{3AP_{3A}(1-(4/32)\rho)}{3q_A}$	$t_3 = \frac{(3AP_{3A} + AP_A)(1-(28/32)\rho)}{4q_A}$
$t_4 = \frac{(3AP_{3A} + 2AP_{2A})(1-(28/32)\rho)}{5q_A}$	$t_5 = \frac{(3AP_{3A} + 3AP_{3A})(1-(4/32)\rho)}{6q_A}$
$t_6 = \frac{(3AP_{3A} + 3AP_{3A} + AP_A)(1-(28/32)\rho)}{7q_A}$	$t_7 = \frac{(3AP_{3A} + 3AP_{3A} + 2AP_{3A})(1-(28/32)\rho)}{8q_A}$

Por su parte, los costos correspondientes a cada período serán:

$C_0 = 2AP_{2A}(1-(28/32)\rho)$	$C_1 = 2AP_{2A}(1-(28/32)\rho)$
$C_2 = (2AP_{2A} + 2AP_{2A})(1-(28/32)\rho)$	$C_3 = (2AP_{2A} + 2AP_{2A})(1-(28/32)\rho)$
$C_4 = (2AP_{2A} + 2AP_{2A} + 2AP_{2A})(1-(28/32)\rho)$	$C_5 = (2AP_{2A} + 2AP_{2A} + 2AP_{2A})(1-(28/32)\rho)$
$C_6 = (2AP_{2A} + 2AP_{2A} + 2AP_{2A} + 2AP_{2A})(1-(28/32)\rho)$	$C_7 = (2AP_{2A} + 2AP_{2A} + 2AP_{2A} + 2AP_{2A})(1-(28/32)\rho)$

Bajo este esquema, la condición necesaria para que la empresa real tenga pérdidas es se puede expresar como:

$$\frac{3P_{3A}}{2P_{2A}} < \frac{(1+2\rho^2+2\rho^3+2\rho^4+3\rho^5+4\rho^6+3\rho^7)}{(\rho^2+\rho^3+\rho^4+2\rho^5+2\rho^6+2\rho^7)} - \frac{P_A}{2P_{2A}} \cdot \frac{(1+\rho^3+\rho^6)}{(\rho^2+\rho^3+\rho^4+2\rho^5+2\rho^6+2\rho^7)} \quad (7)$$

Como debe ser cierto que  $P_A < 2P_{2A}$ , lo que es equivalente a que  $P_A/2P_{2A} < 1$ , y además que la ecuación (5) se cumpla, es decir que  $2P_{2A}/P_A < 1,68$ , lo que equivale a que  $P_A/2P_{2A} > 0,594$ , entonces se sabe que  $1 > P_A/2P_{2A} > 0,594$ . Además, se debe cumplir  $3P_{3A}/2P_{2A} > 1,288$ . Manteniendo el criterio de usar una tasa de descuento igual a 0,1 entonces se tiene la condición  $\frac{3P_{3A}}{2P_{2A}} < 2,476 - \frac{P_A}{2P_{2A}} \cdot 0,865$ .

Para todo el rango de valores de  $P_A/2P_{2A}$ , se puede verificar que  $3P_{3A}/2P_{2A}$  deberá ser menor que 1,611 (para  $P_A/2P_{2A} = 1$ ) y menor que 1,962 (para  $P_A/2P_{2A} = 0,594$ ). En consecuencia, como las condiciones se cumplen conjuntamente, se

verifica que bajo la modelación asumida, la empresa real efectivamente tiene pérdidas cuando se usa una trayectoria de inversiones sólo centradas en el período tarifario, para efectos de la determinación tarifaria.

## 7. Conclusiones y Recomendaciones

Si bien existen algunos textos que han analizado los problemas de obsolescencia tecnológica, plusvalía e indivisibilidades, presentes en el esquema tarifario de empresa modelo aplicado en Chile, no existe una visión unívoca respecto de dichos problemas. Más aún, muchas de las interpretaciones que se han efectuado son incompatibles entre sí. Del mismo modo, la práctica regulatoria tampoco es completamente uniforme en relación a estas dificultades. Es importante desde la perspectiva de la consistencia y certeza regulatoria que se pueda establecer una visión coherente sobre los temas en debate, lo cual en definitiva disminuye la incertidumbre regulatoria. El presente texto representa un esfuerzo por aclarar la discusión, presentando una evaluación detallada de cada uno de los temas.

**Obsolescencia Tecnológica de las Inversiones.** Aunque el problema de la obsolescencia tecnológica no tiene una solución radical que evite el riesgo a la empresa regulada, es posible definir una metodología que especifique bajo qué criterio la autoridad incorporará las nuevas tecnologías en el diseño de la empresa modelo. Se propone realizar una evaluación social para efectos de determinar la conveniencia de incorporar las nuevas tecnologías en el diseño de la empresa modelo. Esto entrega un criterio predefinido para usar las nuevas tecnologías en el diseño, con lo cual se evita que por el sólo hecho que esté disponible una nueva tecnología se incorpore necesariamente en el análisis.

Una particular característica de la mencionada evaluación social es que el costo de las inversiones consideradas está definido como la diferencia entre lo que costaría financiar una empresa modelo con nuevas tecnologías versus con tecnologías antiguas. Esto es coherente con el espíritu de la ley, no obstante no representa el verdadero costo para la empresa real de mudarse hacia el uso de nuevas tecnologías. El argumento tras

esta opción es que el emular una situación de competencia conduce a mudarse hacia nuevas tecnologías cuando estas son abaratadas de costos (el símil corresponde a la entrada de una nueva empresa en un mercado que opera en competencia).

La solución propuesta tiene la ventaja de que desde el punto de vista del regulado establece reglas del juego más claras y predecibles. Lo anterior es cierto ya que la firma regulada tiene todos los elementos para evaluar socialmente el proyecto de incorporar nuevas tecnologías, en cada momento del tiempo. De este modo puede predecir si la autoridad las utilizará en el siguiente estudio tarifario. Esto disminuye el incentivo de la empresa regulada a no invertir en nuevas tecnologías por el temor de que esto constituya una señal para efectos del siguiente período tarifario. La metodología propuesta entrega una mayor certeza regulatoria al procedimiento tarifario en relación a este tema.

Además, con esta metodología se evita que la autoridad simplemente decida usar para fines tarifarios cualquier nueva tecnología disponible, implicando pérdidas para la firma regulada, en condiciones que pudiera ser una decisión sub-óptima desde una perspectiva social.

Definiendo una metodología ex – ante, el riesgo remanente a la obsolescencia tecnológica parece propio de cualquier inversión productiva que se realice, por lo cual es sostenible que está plenamente incorporado en la tasa de costo de capital usada para la evaluación del proyecto.

**Plusvalía en los Activos.** Para efectos de enfrentar el fenómeno de la plusvalía en los activos se propone una metodología consistente con lo formulado en otros estudios anteriores, en que básicamente se incorpora la posibilidad de proyectar incrementos de precios en los activos y reflejar dichos aumentos en los valores residuales de las inversiones. Este procedimiento garantiza un pago correcto a las inversiones realizadas. En caso que esta predicción no sea factible y exista una variación de precios en los activos, se buscarán los mejores sustitutos para minimizar costos o simplemente se incorporarán en el diseño de la empresa modelo los costos vigentes del activo en cuestión.

En todos los casos en que se constata un incremento del valor de los activos se debe llevar a cabo el siguiente procedimiento. Primero, verificar que no tiene sustitutos cuyos

precios no hayan presentado plusvalía (por ejemplo, que las oficinas de la empresa real estén ubicadas en un lugar específico no es relevante desde el punto de vista del diseño de la empresa modelo, si existe otro espacio físico que puede cumplir las mismas funciones). En este caso se debe considerar para el cálculo tarifario el precio del activo sustituto más barato. Segundo, analizar si existe una historia de incrementos o disminuciones sistemáticas de precios de los activos, si no se verifica este hecho, debe simplemente usarse el valor de mercado vigente para el diseño de la empresa modelo. Tercero, si la plusvalía es permanente, se debe considerar el valor de mercado vigente del activo y estimar el precio futuro para incorporarlo en el valor residual de la firma. Esto mismo debe hacerse si existe una tendencia a la baja en el valor de un activo específico. Cuarto, por consistencia se debe ser muy estricto en la definición de la vida útil de los activos de manera de garantizar el financiamiento de la firma.

**Indivisibilidades Económicas en la Inversión.** El análisis realizado muestra que, a diferencia de lo aparentemente consensuado en la literatura especializada sobre el tema, no es efectivo que la utilización de horizontes largos de evaluación para las nuevas inversiones empleadas en el diseño de la empresa modelo conduzca necesariamente a que la empresa real obtenga rentas sobre normales. Más aún, considerando un período de análisis relativamente largo, es más probable que la empresa real tenga pérdidas. La razón de ello es que existen dos fuerzas contrapuestas, en que la primera prima por sobre la segunda en períodos más extensos. Estas son, por un lado, el hecho que la empresa modelo siempre podrá ocupar economías de escala en la inversión, las cuales no son replicables por la empresa real que al inicio de cada período tarifario ya tiene un conjunto de inversiones hundidas, fenómeno que induce a la empresa real a tener pérdidas. Por otro lado, existen algunos momentos en que la empresa modelo será de un tamaño superior a la empresa real, para justamente utilizar las economías de escala en la inversión al tener un horizonte de largo plazo, lo que tiende a generar ganancias a la empresa real.

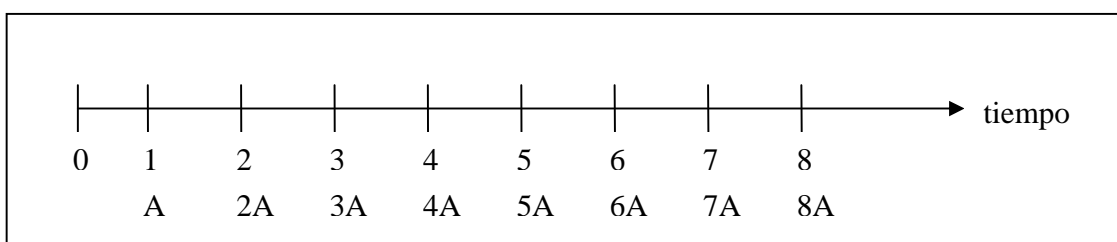
Por otro lado, se ha corroborado que para efectos del diseño de la empresa modelo una planificación de inversiones acotada al período tarifario induce inequívocamente a pérdidas para la empresa real.

En función de los resultados obtenidos se propone utilizar en todos los casos un horizonte de planificación de las inversiones largo, consistente con las prácticas del sector correspondiente. Es claro que si el horizonte de inversiones se planifica exclusivamente para el periodo que comprende el proceso tarifario específico, la empresa real incurrirá en pérdidas. Alternativamente, se ha demostrado que muy probablemente la empresa no tendrá ganancias sobre normales cuando se utiliza el horizonte de largo plazo, por lo cual no existe ninguna razón conceptual para no usar dicha referencia temporal, que además corresponde a la práctica habitual de la industria.



## Anexo 1

Supongamos 8 momentos tarifarios de 4 años cada uno. Si  $\rho$  es el factor de descuento entre períodos tarifarios y  $r$  es la tasa de descuento anual, entonces  $\rho = \frac{1}{(1+r)^4}$ . Sea la siguiente trayectoria de inversiones requeridas ( $A > 0$  y múltiplos de  $A$ ) y fijaciones tarifarias:



Supongamos adicionalmente que existen tres módulos de inversión,  $A$ ,  $2A$  y  $3A$ ; la inversión  $A$  tiene un costo de  $P_A$ , la inversión  $2A$  tiene un costo de  $P_{2A}$  y la inversión  $3A$  tiene un costo  $P_{3A}$ ;  $P_A$ ,  $P_{2A}$  y  $P_{3A}$  son precios unitarios comparables, ya que se paga  $P_A$  por  $A$ ,  $P_{2A}$  por  $2A$  y  $P_{3A}$  por  $3A$ ; existen economías de escala en la inversión, tal que  $P_A > P_{2A}$  y  $P_{2A} > P_{3A}$ ;  $2P_{2A} > P_A$ , por las mismas razones antes expuestas, y  $3P_{3A} > 2P_{2A}$  (ya que no puede ser más barato comprar  $3A$  que  $2A$ ).

Si a la empresa le conviniese invertir  $3A$  en el momento cero el problema se resolvería en forma análoga al ejemplo simple ya desarrollado en el texto, puesto que en la tarificación en el momento 1 y 2, la empresa modelo planificaría invertir  $3A$ . En este caso, la empresa real no tendría rentas sobre normales en ningún período.

Asumiendo que a la empresa modelo le conviene invertir  $2A$  en el momento cero,<sup>43</sup> y que en ningún momento del tiempo le conviene invertir  $3A$ , debe cumplirse la misma condición del problema anterior,<sup>44</sup> es decir  $2AP_{2A} < AP_A + AP_A\rho$ , más lo siguiente:

$$3AP_{3A} + 3AP_{3A}\rho^3 + 3AP_{3A}\rho^6(2/3) > 2AP_{2A} + 2AP_{2A}\rho^2 + 2AP_{2A}\rho^4 + 2AP_{2A}\rho^6$$

<sup>43</sup> La racionalidad económica de que pudiera existir el módulo  $3A$  en el mercado se basa en que otras empresas del mismo giro pueden tener otros tamaños y enfrentar una evolución de la demanda diferente.

<sup>44</sup> En un sentido más estricto se podría replantear la condición anterior para hacerla válida todo el horizonte de evaluación. No obstante el resultado es plenamente equivalente, para cualquier valor de  $r$ . En este caso, la ecuación (5) quedaría como  $\frac{2P_{2A}}{P_A} < \frac{1 + \rho + \rho^2 + \rho^3 + \rho^4 + \rho^5 + \rho^6 + \rho^7}{1 + \rho^2 + \rho^4 + \rho^6}$ , lo que es idéntico a  $1 + \rho$ .

Es decir, considerando todo el horizonte de análisis, es más caro invertir en unidades de 3A que hacerlo en unidades de 2A, lo que lleva al siguiente resultado.<sup>45</sup>

$$\frac{3P_{3A}}{2P_{2A}} > \frac{1 + \rho^2 + \rho^4 + \rho^6}{1 + \rho^3 + \rho^6 (2/3)}$$

Como se debe cumplir que  $3P_{3A} > 2P_{2A}$ , entonces  $3P_{3A}/2P_{2A} > 1$ . Para verificar la plausibilidad de este resultado, se puede asumir una tasa de descuento igual a 0,1, con lo cual deberá ocurrir que  $3P_{3A}/2P_{2A} > 1,288$ . El resultado es verosímil, por cuanto el valor anterior oscila entre 1,5 cuando  $r = 0$ , y 1 cuando  $r = \infty$ .

Para mostrar que con esta nueva modelación la empresa real no tiene rentas, se puede efectuar el siguiente análisis. En el período (0-1) tanto la empresa modelo como la real invierten 2A, por lo tanto no se verifica renta alguna. En el momento 1, la empresa modelo deberá decidir si invertir una unidad de 2A o 3A; (nunca invertirá A, ya que se sabe que es más eficiente invertir en cantidades 2A respecto de A). Como hemos supuesto que invertir 3A no es óptimo, al invertir 2A la empresa real no tendrá rentas en el período (1-2), ya que la tarifa permitirá financiar 2A que es justamente la inversión de la empresa real. Si a la empresa modelo le conviene invertir 2A en el momento 2, se puede constatar que la empresa real no tendrá rentas en el período (2-3), ya que las inversiones reales coinciden con las definidas en la empresa modelo para efectos tarifarios. Así, sucesivamente, las tarifas sólo permitirán financiar la inversión efectiva de la empresa real, sin que aún se verifiquen rentas (siempre suponiendo que invertir 3A no le es conveniente a la empresa modelo en ningún momento del tiempo).

## Anexo 2

En este anexo se analiza la optimalidad de inversión de la empresa modelo en cada uno de los 8 momentos tarifarios considerados, incluyendo el momento 0, lo que equivale a un lapso de tiempo de 32 años.

---

<sup>45</sup> Nótese que sólo se consideran 8 períodos tarifarios, por lo cual, sin pérdida de generalidad, se trunca la evaluación si la inversión sobrepasa la requerida en el tiempo involucrado (se termina con 8A).

**Momento Tarifario 0.** La empresa modelo decide invertir 2A, lo cual queda reflejado en la condición definida en la ecuación (5).

**Momento Tarifario 1.** Para que a la empresa modelo le convenga invertir 3A en el momento 1, y luego continúe con una trayectoria de inversiones de a bloques de 2A a partir del momento 3,<sup>46</sup> deberá cumplirse la condición que a continuación se explicita, la cual será posteriormente contrastada con los resultados obtenidos previamente. La trayectoria de inversiones y fijaciones tarifarias es la presentada anteriormente para 8 períodos tarifarios. Además, se utiliza la misma nomenclatura antes definida. La condición antes referida es:

$$3AP_{3A} + 2AP_{2A}\rho^2 + 2AP_{2A}\rho^4 + 2AP_{2A}\rho^6(1/2) < 2AP_{2A} + 2AP_{2A}\rho + 2AP_{2A}\rho^3 + 2AP_{2A}\rho^5$$

de donde se deduce:

$$\frac{3P_{3A}}{2P_{2A}} < 1 + \rho + \rho^3 + \rho^5 - \rho^2 - \rho^4 - \rho^6(1/2)$$

Siguiendo con el ejemplo de  $r = 0,1$ , debe cumplirse que  $3P_{3A}/2P_{2A} < 1,41$ , lo cual es consistente con lo encontrado en la ecuación previa.<sup>47</sup>

En este caso, la empresa real obtiene ganancias sobre normales (rentas) en el período tarifario (1-2), ya que las tarifas financian una inversión de 3A y la empresa real sólo ha invertido 2A. Lo relevante, en todo caso, es lo que ocurre considerando todos los períodos al mismo tiempo.<sup>48</sup>

**Momento Tarifario 2.** A la empresa modelo en el momento 2 le conviene invertir una magnitud de 3A, lo cual es plenamente plausible, en la medida en que invertir

---

<sup>46</sup> Nótese que si se verificó que a la empresa le conviene invertir 2A en el momento cero, en vez de A o 3A, le convendrá invertir nuevamente 2A en el momento 3 (y así sucesivamente), ya que en dicho instante, ex – ante, el análisis a realizar será formalmente idéntico al llevado a cabo en el momento cero. La particularidad del momento 1, ex – post, es que se tiene una demanda equivalente a una inversión de A, que no está cubierta con una inversión ya realizada. Ex – ante, esto no volverá a ocurrir, por ello no se incorpora en la estimación de la ecuación (7) que se presenta.

<sup>47</sup> Que ambas condiciones (ecuaciones (6) y (7)) se cumplan conjuntamente es un resultado razonablemente robusto, ya que cumple para todo el rango de tasas de descuentos con valores plausibles.

<sup>48</sup> Cabe destacar que el análisis a realizar respecto a los períodos en que la empresa real tendrá pérdidas o ganancias, no coincide intencionalmente con lo expresado en la ecuación de la cual se deriva la condición (7). Lo que ocurre es que ex – ante la empresa invierte en bloques de 2A, pero ex post le podrá convenir invertir con otra estructura, según se demostrará..

inmediatamente 3A, para satisfacer una demanda de 3A en el período (2 – 3) es, por definición de la estructura de precios, más barato que invertir (A + 2A) o (A + A + A). Para que esto sea efectivo, debe cumplirse que en el momento 2:

$$3AP_{3A} + 2AP_{2A}\rho + 2AP_{2A}\rho^3 + 2AP_{2A}\rho^5(1/2) < 4AP_{2A} + 2AP_{2A}\rho^2 + 2AP_{2A}\rho^4$$

de donde se deduce:

$$\frac{3P_{3A}}{2P_{2A}} < 2 + \rho^2 + \rho^4 - \rho - \rho^3 - \rho^5(1/2)$$

Usando la referencia de  $r = 0.1$ , esto implica que  $3P_{3A}/2P_{2A} < 1,61$ .

**Momento Tarifario 3.** Para analizar cual es la estructura de inversión que minimiza costos a la empresa modelo en el momento tarifario 3, se deben comparar los siguientes costos de inversión iniciales (ya se ha demostrado anteriormente que hacia delante – ex-ante - se continuará con una inversión en unidades de 2A):

$$\text{Caso a: inversión } 2A + 2A \Rightarrow 2AP_{2A} + 2AP_{2A} + 2AP_{2A}\rho + 2AP_{2A}\rho^3$$

$$\text{Caso b: inversión } 3A + 1A \Rightarrow 3AP_{3A} + AP_A + 2AP_{2A}\rho + 2AP_{2A}\rho^3$$

$$\text{Caso c: inversión } 3A + 2A \Rightarrow 3AP_{3A} + 2AP_{2A} + 2AP_{2A}\rho^2 + 2AP_{2A}\rho^4(1/2)$$

$$\text{Caso d: inversión } 3A + 3A \Rightarrow 3AP_{3A} + 3AP_{3A} + 2AP_{2A}\rho^3$$

Se demostrará a continuación que el caso c es el que minimiza los costos de inversión (se dejarán expresadas las condiciones, para luego corroborar que todas se cumplen simultáneamente). Caso c es preferible al caso a, si se cumple:

$$3AP_{3A} + 2AP_{2A} + 2AP_{2A}\rho^2 + 2AP_{2A}\rho^4(1/2) < 2AP_{2A} + 2AP_{2A} + 2AP_{2A}\rho + 2AP_{2A}\rho^3$$

Lo cual se traduce en la siguiente condición:

$$\frac{3P_{3A}}{2P_{2A}} < 1 + \rho + \rho^3 - \rho^2 - (1/2)\rho^4$$

Caso c es preferible al caso b, si se cumple:

$$3AP_{3A} + 2AP_{2A} + 2AP_{2A}\rho^2 + 2AP_{2A}\rho^4(1/2) < 3AP_{3A} + AP_A + 2AP_{2A}\rho + 2AP_{2A}\rho^3$$

Lo cual se traduce en la siguiente condición:

$$\frac{2P_{2A}}{P_A} < \frac{1}{(1 + \rho^2 + \rho^4(1/2) - \rho - \rho^3)}$$

Caso c es preferible al caso d, si se cumple:

$$3AP_{3A} + 2AP_{2A} + 2AP_{2A}\rho^2 + 2AP_{2A}\rho^4(1/2) < 3AP_{3A} + 3AP_{3A} + 2AP_{2A}\rho^3$$

Lo cual se traduce en la siguiente condición:

$$\frac{3P_{3A}}{2P_{2A}} > 1 + \rho^2 + (1/2)\rho^4 - \rho^3$$

**Momento Tarifario 4.** Para analizar cual es la estructura de inversión que minimiza costos a la empresa modelo en el momento tarifario 4, se deben comparar los siguientes costos de inversión iniciales.

$$\text{Caso a: inversión } 2A + 2A + A \Rightarrow 2AP_{2A} + 2AP_{2A} + AP_A + 2AP_{2A}\rho + 2AP_{2A}\rho^3(1/2)$$

$$\text{Caso b: inversión } 2A + 2A + 2A \Rightarrow 2AP_{2A} + 2AP_{2A} + 2AP_{2A} + 2AP_{2A}\rho^2$$

$$\text{Caso c: inversión } 2A + 2A + 3A \Rightarrow 2AP_{2A} + 2AP_{2A} + 3AP_{3A} + 2AP_{2A}\rho^3(1/2)$$

$$\text{Caso d: inversión } 3A + A + A \Rightarrow 3AP_{3A} + AP_A + AP_A + 2AP_{2A}\rho + 2AP_{2A}\rho^3(1/2)$$

$$\text{Caso e: inversión } 3A + A + 2A \Rightarrow 3AP_{3A} + AP_A + 2AP_{2A} + 2AP_{2A}\rho^2$$

$$\text{Caso f: inversión } 3A + A + 3A \Rightarrow 3AP_{3A} + AP_A + 3AP_{3A} + 2AP_{2A}\rho^3(1/2)$$

$$\text{Caso g: inversión } 3A + 2A \Rightarrow 3AP_{3A} + 2AP_{2A} + 2AP_{2A}\rho + 2AP_{2A}\rho^3(1/2)$$

$$\text{Caso h: inversión } 3A + 3A \Rightarrow 3AP_{3A} + 3AP_{3A} + 2AP_{2A}\rho^2$$

Se analizará a continuación bajo qué condiciones el caso h es el preferible. Para esto, primero se establecerán las condiciones para que el caso g sea preferible a todos los demás, con excepción de h. Luego se establecerá la condición para que h sea preferible a g.

Caso g es preferible al caso a, si se cumple:

$$3AP_{3A} + 2AP_{2A} + 2AP_{2A}\rho + 2AP_{2A}\rho^3(1/2) <$$

$$2AP_{2A} + 2AP_{2A} + AP_A + 2AP_{2A}\rho + 2AP_{2A}\rho^3(1/2)$$

Lo cual se traduce en la siguiente condición:

$$\frac{3P_{3A}}{2P_{2A}} < 1 + \frac{P_A}{2P_{2A}}$$

Caso g es preferible al caso b, si se cumple:

$$3AP_{3A} + 2AP_{2A} + 2AP_{2A}\rho + 2AP_{2A}\rho^3(1/2) < 2AP_{2A} + 2AP_{2A} + 2AP_{2A} + 2AP_{2A}\rho^2$$

Lo cual se traduce en la siguiente condición:

$$\frac{3P_{3A}}{2P_{2A}} < 2 + \rho^2 - \rho - (1/2)\rho^3$$

Caso g es preferible al caso c, si se cumple:

$$3AP_{3A} + 2AP_{2A} + 2AP_{2A}\rho + 2AP_{2A}\rho^3(1/2) < 2AP_{2A} + 2AP_{2A} + 3AP_{3A} + 2AP_{2A}\rho^3(1/2)$$

Lo cual se traduce en la condición de que  $\rho < 1$ , lo cual es siempre cierto.

Caso g es preferible al caso d, si se cumple:

$$3AP_{3A} + 2AP_{2A} + 2AP_{2A}\rho + 2AP_{2A}\rho^3(1/2) < 3AP_{3A} + AP_A + AP_A + 2AP_{2A}\rho + 2AP_{2A}\rho^3(1/2)$$

Lo cual se traduce en la siguiente condición:

$$\frac{2P_{2A}}{P_A} < 2$$

Caso g es preferible al caso e, si se cumple:

$$3AP_{3A} + 2AP_{2A} + 2AP_{2A}\rho + 2AP_{2A}\rho^3(1/2) < 3AP_{3A} + AP_A + 2AP_{2A} + 2AP_{2A}\rho^2$$

Lo cual se traduce en la siguiente condición:

$$\frac{2P_{2A}}{P_A} < \frac{1}{(\rho + (1/2)\rho^3 - \rho^2)}$$

Caso g es preferible al caso f, si se cumple:

$$3AP_{3A} + 2AP_{2A} + 2AP_{2A}\rho + 2AP_{2A}\rho^3(1/2) < 3AP_{3A} + AP_A + 3AP_{3A} + 2AP_{2A}\rho^3(1/2)$$

Lo cual se traduce en la siguiente condición:

$$\frac{3P_{3A}}{2P_{2A}} > (1 + \rho) - \frac{P_A}{2P_{2A}}$$

Caso h es preferible al caso g, si se cumple:

$$3AP_{3A} + 2AP_{2A} + 2AP_{2A}\rho + 2AP_{2A}\rho^3(1/2) > 3AP_{3A} + 3AP_{3A} + 2AP_{2A}\rho^2$$

Lo cual se traduce en la siguiente condición:

$$\frac{3P_{3A}}{2P_{2A}} < 1 + \rho + (1/2)\rho^3 + \rho^2$$

**Momento Tarifario 5.** Para analizar cual es la estructura de inversión que minimiza costos a la empresa modelo en el momento tarifario 5, se deben comparar los siguientes costos de inversión iniciales.

$$\text{Caso a: inversión } 2A + 2A + 2A \Rightarrow 2AP_{2A} + 2AP_{2A} + 2AP_{2A} + 2AP_{2A}\rho$$

$$\text{Caso b: inversión } 3A + 2A + A \Rightarrow 3AP_{3A} + 2AP_{2A} + AP_A + 2AP_{2A}\rho$$

$$\text{Caso c: inversión } 3A + 2A + 2A \Rightarrow 3AP_{3A} + 2AP_{2A} + 2AP_{2A} + 2AP_{2A}\rho^2(1/2)$$

$$\text{Caso d: inversión } 3A + 3A \Rightarrow 3AP_{3A} + 3AP_{3A} + 2AP_{2A}\rho$$

Se analizará a continuación bajo qué condiciones el caso d es el preferible. Se demostrará primero que c es preferible los casos a y b, para luego mostrar que d es preferible a c. Caso c es preferible al caso a, si se cumple:

$$3AP_{3A} + 2AP_{2A} + 2AP_{2A} + 2AP_{2A}\rho^2(1/2) < 2AP_{2A} + 2AP_{2A} + 2AP_{2A} + 2AP_{2A}\rho$$

Lo cual se traduce en la siguiente condición:

$$\frac{3P_{3A}}{2P_{2A}} < 1 + \rho - (1/2)\rho^2$$

Caso c es preferible al caso b, si se cumple:

$$3AP_{3A} + 2AP_{2A} + 2AP_{2A} + 2AP_{2A}\rho^2(1/2) < 3AP_{3A} + 2AP_{2A} + AP_A + 2AP_{2A}\rho$$

Lo cual se traduce en la siguiente condición:

$$\frac{2P_{2A}}{P_A} < \frac{1}{(1 + (1/2)\rho^2 - \rho)}$$

Caso d es preferible al caso c, si se cumple:

$$3AP_{3A} + 3AP_{3A} + 2AP_{2A}\rho < 3AP_{3A} + 2AP_{2A} + 2AP_{2A} + 2AP_{2A}\rho^2(1/2)$$

Lo cual se traduce en la siguiente condición:

$$\frac{3P_{3A}}{2P_{2A}} < 2 + (1/2)\rho^2 - \rho$$

**Momento Tarifario 6.** Para analizar cual es la estructura de inversión que minimiza costos a la empresa modelo en el momento tarifario 6, se deben comparar los siguientes costos de inversión iniciales.<sup>49</sup>

Caso a: inversión  $3A + 3A + A \Rightarrow 3AP_{3A} + 3AP_{3A} + AP_A + 2AP_{2A}\rho(1/2)$

Caso b: inversión  $3A + 3A + 2A \Rightarrow 3AP_{3A} + 3AP_{3A} + 2AP_{2A}$

Se analizará a continuación bajo qué condición el caso b es el preferible al caso a.

Caso b es preferible al caso a, si se cumple:

$$3AP_{3A} + 3AP_{3A} + 2AP_{2A} < 3AP_{3A} + 3AP_{3A} + AP_A + 2AP_{2A}\rho(1/2)$$

Lo cual se traduce en la siguiente condición:

$$\frac{2P_{2A}}{P_A} < \frac{1}{(1 - (1/2)\rho)}$$

**Momento Tarifario 7.** En el momento tarifario se asume una inversión requerida por la empresa modelo de:  $3A + 3A + 2A$ . Esta opción de estructura se elige debido a que, como fuera señalado anteriormente, el análisis se trunca al final del período tarifario ocho. No se busca una condición matemática porque la cercanía con el momento de truncamiento del análisis (horizonte de ocho períodos tarifarios) puede distorsionar el resultado.

### Anexo 3

A continuación se presenta el conjunto de condiciones establecidas y sus respectivos valores, asumiendo una tasa de descuento anual de 10% ( $r = 0,1$ ). Los valores correspondientes a dicha tasa se presentan al lado derecho de las ecuaciones respectivas. Nótese que la única condición que no es consistente con todas las demás es la expresada en la última ecuación, al final de este anexo, lo cual es consistente con la idea de que se rechaza el supuesto de que al planificar inversiones con un horizonte de largo plazo la empresa real tendría necesariamente rentas.

---

<sup>49</sup> No se considera el caso de invertir tres bloques de  $3A$  debido a que la cercanía del término del horizonte de análisis podría distorsionar el resultado al truncar el cálculo a fines del período 7.



$$\frac{2P_{2A}}{P_A} > 1$$

$$\frac{3P_{3A}}{2P_{2A}} > 1$$

$$1 < \frac{2P_{2A}}{P_A} < 1 + \rho = 1,68$$

$$1 < \frac{3P_{3A}}{2P_{2A}} > \frac{1 + \rho^2 + \rho^4 + \rho^6}{1 + \rho^3 + \rho^6(2/3)} = 1,288$$

$$\frac{3P_{3A}}{2P_{2A}} < 1 + \rho + \rho^3 + \rho^5 - \rho^2 - \rho^4 - \rho^6(1/2) = 1,415$$

$$\frac{3P_{3A}}{2P_{2A}} < 2 + \rho^2 + \rho^4 - \rho - \rho^3 - \rho^5(1/2) = 1,610$$

$$\frac{3P_{3A}}{2P_{2A}} < 1 + \rho + \rho^3 - \rho^2 - (1/2)\rho^4 = 1,426$$

$$\frac{2P_{2A}}{P_A} < \frac{1}{(1 + \rho^2 + \rho^4(1/2) - \rho - \rho^3)} = 1,743$$

$$\frac{3P_{3A}}{2P_{2A}} > 1 + \rho^2 + (1/2)\rho^4 - \rho^3 = 1,257$$

$$\frac{3P_{3A}}{2P_{2A}} < 1 + \frac{P_A}{2P_{2A}} \quad ^{50}$$

$$\frac{3P_{3A}}{2P_{2A}} < 2 + \rho^2 - \rho - (1/2)\rho^3 = 1,624$$

$$\frac{2P_{2A}}{P_A} < 2$$

$$\frac{2P_{2A}}{P_A} < \frac{1}{(\rho + (1/2)\rho^3 - \rho^2)} = 2,661$$

---

<sup>50</sup> Se sabe que  $\frac{P_A}{2P_{2A}} < 1$ , lo que lleva a  $\frac{3P_{3A}}{2P_{2A}} < 2$ . Además por la penúltima ecuación del listado – la más restrictiva – se sabe que  $\frac{P_A}{2P_{2A}} > 0.658$ , lo que lleva a  $\frac{3P_{3A}}{2P_{2A}} > 1.658$ .

$$\frac{3P_{3A}}{2P_{2A}} > (1 + \rho) - \frac{P_A}{2P_{2A}} \quad ^{51}$$

$$\frac{3P_{3A}}{2P_{2A}} < 1 + \rho + (1/2)\rho^3 + \rho^2 = 1,376$$

$$\frac{3P_{3A}}{2P_{2A}} < 1 + \rho - (1/2)\rho^2 = 1,450$$

$$\frac{2P_{2A}}{P_A} < \frac{1}{(1 + (1/2)\rho^2 - \rho)} = 1,817$$

$$\frac{3P_{3A}}{2P_{2A}} < 2 + (1/2)\rho^2 - \rho = 1,550$$

$$\frac{2P_{2A}}{P_A} < \frac{1}{(1 - (1/2)\rho)} = 1,519$$

$$\frac{3P_{3A}}{2P_{2A}} > \frac{(1 + 2\rho + \rho^2 + 3\rho^3 + 3\rho^4 + 3\rho^5 + 3\rho^6)}{(1 + \rho + \rho^2 + 2\rho^3 + 2\rho^4 + 2\rho^5 + 2\rho^6)} = 1,395$$

---

<sup>51</sup> Esta restricción se cumple usando las ecuaciones que definen  $\frac{P_A}{2P_{2A}}$ .

## Referencias

- Bustos, A. y Galetovic, A. (2002). "Regulación por Empresa Eficiente: ¿Quién es Realmente Usted?". *Estudios Públicos*, 86, Otoño 2002.
- Butelmann, A. y Drexler, A. (2003). "Regulación de Tarifas en la Economía Chilena: Elementos para la agenda de discusión". Mimeo, Ministerio de Economía de Chile.
- Fuentes, F. y Saavedra, E. (2007a). "Un Análisis Comparado de los Mecanismos de Regulación por Empresa Eficiente y *Price Cap*". Documento de Investigación I – 191, ILADES-Universidad Alberto Hurtado.
- Fuentes, F. y E. Saavedra (2007b). "Discrepancias en las Partidas de Gasto de los Procesos Tarifarios de Servicios Básicos en Chile". Documento de Investigación I – 193, ILADES-Universidad Alberto Hurtado.
- Osorio, M. (2007). "Holguras en el Diseño Eficiente de la Empresa Modelo y su Efecto en la Utilidad de la Empresa Real". Mimeo, Ministerio de Economía de Chile.
- Quiroz, J. (2006). "Temas Bajo Análisis en Modelo de Empresa Eficiente". Mimeo, Ministerio de Economía, Santiago de Chile.
- Sánchez J. M. y Coria, J. (2003). "Definición de la Empresa Modelo en Regulación de Monopolios en Chile". Mimeo, Ministerio de Economía de Chile.
- San Martín, G., Fuentes, F. y Held, G. (2001). "Estudio Análisis y Aplicación del Concepto de Empresa Modelo en los Procesos de Tarificación de Servicios Sanitarios, Eléctricos y de Telecomunicaciones". Mimeo, Ministerio de Economía, Santiago de Chile.