
NEGOCIO Y REGULACIÓN DE LAS REDES DE ACCESO DE NUEVA GENERACIÓN

APROXIMACIÓN AL CASO ESPAÑOL APLICANDO OPCIONES REALES

FERNANDO GALLARDO OLMEDO

Universidad Autónoma de Madrid

TEODOSIO PÉREZ AMARAL

Universidad Complutense de Madrid

Las operadoras de telecomunicaciones están desplegando, de un modo selectivo, las denominadas Redes de Acceso Nueva Generación (NGA, New Generation Access Networks). Estas redes consisten en dotar de fibra óptica al bucle de abonado, ya sea hasta el hogar o hasta un nodo anterior. Es la evolución natural de las redes de acceso basadas en

el par de cobre que fueron mejoradas con la tecnología ADSL. La rentabilidad económica de las inversiones está sujeta a riesgos relevantes.

En lo referente a los aspectos regulatorios, el principal punto de controversia estriba en si la operadora dominante que despliega las NGA ha de ofrecer un servicio mayorista de acceso a las competidoras, de tal forma que éstas puedan alquilar la red de la operadora dominante que ha realizado la inversión. Se trata, por lo tanto, de trasponer o no el modelo regulatorio que permite el alquiler del bucle de abonado constituido por el par de cobre. El organismo regulador español (CMT, Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones) ha optado por no establecer obligaciones de este tipo por parte de la operadora inversora cuando la velocidad de transmisión supere los 30Mbs (1). En cambio sí que ha establecido la obligación de poner a disposición de la operadora

entrante los conductos por los que está desplegada la red.

Este artículo tiene un doble objetivo. Por un lado, se analizará el modelo de negocio y los riesgos que conlleva la inversión en NGA. Por otro lado, se analizarán las implicaciones que tendría una regulación permisiva en materia de alquiler del bucle de fibra. En ambos análisis se utilizará la metodología de las opciones reales. El artículo queda estructurado en cuatro partes. En primer lugar, se realiza una breve exposición acerca de las denominadas NGA y su perspectiva de negocio. En segundo lugar, se realizará una valoración cuantitativa de la rentabilidad de la inversión en NGA para el contexto del mercado español. En tercer lugar se abordarán las cuestiones relacionadas con el alquiler del bucle de fibra. Finalmente se presentan las conclusiones y las implicaciones en materia de política industrial.

LAS REDES DE ACCESO NUEVA GENERACIÓN (NGA)

En este apartado se realiza una presentación de las NGA desde la perspectiva tecnológica, en primer lugar; y después desde el punto de vista del negocio que pueden generar.

Panorama tecnológico

Las NGA forman parte de un concepto más amplio: las NGN o Redes de Nueva Generación. Los aspectos fundamentales de una NGN son la conectividad IP entre dos puntos cualesquiera conectados a la red y la separación entre las plataformas de servicios y la infraestructura de red (2). La necesidad de un ancho de banda creciente para poder configurar una oferta de servicios cada vez más rica plantea la necesidad de mejorar la red de acceso, la cual está formada, en un muy elevado porcentaje, por medios de transmisión basados en el par de cobre. Las mejoras tecnológicas del tipo ADSL han incrementado notablemente el ancho de banda del par de cobre, pero quedan muy lejos de las posibilidades que ofrece la fibra óptica.

Hay dos opciones técnicas generales a la hora de desplegar una NGA. En primer lugar, se puede sustituir completamente el cobre por fibra óptica. Esta opción se conoce como Fibra hasta el Hogar o FTTH (Fibre to the Home). La segunda posibilidad, o FTN (FTT Node), consiste en sustituir la mayor parte del bucle por fibra, pero manteniendo algo de cobre en el tramo final. En el caso español se está contemplando, principalmente, la opción FTTH, ya que las redes telefónicas de acceso existentes no disponen de armarios en la calle. La construcción de los mismos, además de los costes, acarrearía también problemas relacionados con permisos municipales.

Por otro lado, la arquitectura de las redes FTTH puede ser de dos tipos. La primera de ellas se denomina punto a punto o PTP, que consiste en que cada cliente tiene su propio par de fibra óptica. En cambio, la arquitectura GPON (Gigabit Passive Optical Network) permite compartir la fibra por varios clientes. Telefónica se está decantando por esta arquitectura, por lo que la opción tecnológica es del tipo FTTH-GPON. El hecho de que un cable de fibra sea compartido por varios clientes no permite técnicamente el alquiler desagregado del bucle. Sólo sería posible el alquiler del caudal de bits.

Las NGA desde la perspectiva económica y de negocio

Desde el punto de vista económico, el negocio de las NGA se fundamenta en los ingresos incrementa-

les que puede generar en relación con la situación de partida caracterizada por redes de acceso basadas en el par de cobre.

Inicialmente hay tres grandes segmentos de clientes que contratarían las NGA: 1) nuevos clientes de nuevas zonas urbanizadas, en donde no se ha desplegado pares de cobre y se despliegan NGA; 2) clientes que proceden de otras operadoras, con o sin alquiler del bucle y 3) clientes de la propia operadora que migran de las redes de cobre a las NGA. El primer grupo está constituido por clientes nuevos para la operadora, por lo que todos sus ingresos serían incrementales. Esto no ocurre con aquellos clientes del segundo grupo que provienen de otra operadora pero que utilizaban la red de cobre alquilada de la operadora dominante, ya que la migración supone, en este caso, conseguir la totalidad de ingresos en el mercado minorista frente a los ingresos previos en el mercado mayorista. El punto crucial del análisis se encuentra en el tercer grupo, esto es, aquellos clientes que migran voluntariamente a la NGA. Los ingresos actuales con las redes de cobre provienen de tres categorías: voz, acceso a Internet y TV, las cuales se comercializan mediante ofertas simples o paquetes de servicios, ya sea como de Doble o Triple *Play*. En lo que respecta a las comunicaciones de voz, la NGA no añade nada apreciable por el usuario. En cambio, el acceso a Internet ganaría en velocidad.

Por su parte, el servicio actual de TV comprende la oferta de canales bajo distintas propuestas comerciales, así como de programas de gran demanda, como los partidos de fútbol, bajo la modalidad de «pago por visión» (*pay per view*); y de películas de cine y otros contenidos en la modalidad de «vídeo bajo demanda» o VoD. Las NGA permiten mejorar la oferta aumentando el número de canales, mejorando la calidad del servicio y añadiendo nuevas facilidades del tipo multiroom (3), PVR (Personal Video Recorder), etc. Así pues, el usuario que migra inicialmente a la NGA estaría dispuesto a pagar más por tres motivos: 1) mayor velocidad en el acceso a Internet, 2) más calidad en el servicio de TV y 3) más canales y facilidades de TV.

Desde el punto de vista de la operadora, habría que preguntarse si estas son las únicas fuentes de generación de ingresos. Si la respuesta fuese positiva, las perspectivas no serían muy halagüeñas, ya que el negocio carecería de dinamismo. Así pues, la clave para los próximos años está en que las NGA sirvan de canal para ofrecer otros servicios a los usuarios por los que estén dispuestos a pagar. Habrá servicios que contratará el cliente a través de Internet, pero la operadora no percibirá nada, ya que sólo actúa como propietaria de la infraestructura por la que cir-

cula la información que paga el usuario a otra empresa. No obstante, puede, y creemos que debe de ocurrir en el futuro, que haya clientes que migren para poder acceder a nuevos servicios con los cuales la operadora inversora en NGA no perciba ingresos, salvo el correspondiente al incremento de la cuota mensual por la migración a la NGA.

El siguiente punto de reflexión es si la operadora puede «vender» nuevos servicios a través de las NGA, tal y como ocurrió en el pasado con la TV por ADSL. Si existe esta posibilidad, la valoración de la inversión de despliegue de las NGA ha de considerar estas «opciones reales de crecimiento». Hay dos cuestiones a tratar respecto a los nuevos servicios que generen ingresos para las operadoras. La primera de ellas se refiere al tipo de servicios, mientras que la segunda se centra en el modelo de negocio para la generación de ingresos. Hay varias categorías nuevas de servicios, muchas de ellas basadas en los contenidos digitalizados, que merecen ser comentadas junto con sus posibles modelos de negocio.

El primero de los contenidos es la música. Este es un mercado en el que la gran innovación comercial ha venido de la mano de Apple, cuyo modelo de negocio se ha basado en el dispositivo iPod y en la tienda iTunes. Por otro lado, las redes móviles han percibido oportunidades de negocio y las están explotando. No obstante, hay margen todavía para poder participar como tienda distribuidora, ya sea con NGA o con ADSL.

Una segunda categoría de contenidos, muy poco desarrollada hasta ahora, es la industria editorial. El libro electrónico no está muy extendido, de momento, si bien los analistas perciben que tiene que despegar en un futuro próximo. Si no lo ha hecho aún ha sido por las dificultades para su lectura. La gran demanda del libro electrónico se puede apreciar en la buena acogida que ha tenido el *e-reader* o lector electrónico, un dispositivo para leer más cómodamente los libros en formato electrónico. La demanda latente es enorme, aunque todavía no ha surgido una empresa similar a Apple en el negocio de la música.

Las operadoras que invierten en NGA tienen una buena oportunidad en este nicho de mercado, aunque habría que hacer dos puntualizaciones. La primera de ellas es que este negocio se podría desarrollar también con las redes basadas en el par de cobre. En segundo lugar, sería conveniente desarrollar un periférico de lectura amigable y fácil distinto al ordenador. De esta manera, los contenidos descargados desde las redes fijas se leerían cómodamente en el nuevo dispositivo, que sería vendido al cliente y, por lo tanto, sería una fuente de ingresos. El modelo de negocio estaría basado en una librería

virtual a la que se accede por la red fija (y móvil) y que permita la descarga en un periférico lector. Las vías de ingresos son variadas: por libro descargado, cuota mensual, etc. En ningún caso, el modelo de negocio estaría basado en una estrategia de integración vertical, sino de distribución.

El cuarto grupo de contenidos en el que hay posibilidades de generar negocio es el de videojuegos. Este contenido ya no es exclusivo de las personas más jóvenes. Hay productos para todas las edades. Un portal de videojuegos *on line* por parte de una operadora con red podría generarle ingresos adicionales. El modelo de negocio estaría basado también en la distribución..

Además de las cuatro categorías de contenidos que hemos comentado, las NGN facilitan poder compartir recursos entre ordenadores conectados a la red. La idea inicial es que muchos ordenadores están ociosos gran parte del tiempo y que esa capacidad se puede utilizar para realizar tareas intensivas en computación a un coste reducido. Este fenómeno llamado *grid computing* está recibiendo mucha atención por parte de la Comunidad Europea, la cual está financiando hasta siete proyectos de investigación de manera simultánea. Empresas como Amazon, IBM y Sun Microsystems ya proveen servicios básicos de este tipo. El *grid computing* permite tener concentrada la capacidad de computación, memoria y software en determinados puntos de la red y poder usar, por lo tanto, terminales con capacidades limitadas.

Estos servicios requieren una gran cantidad de ancho de banda, lo que haría aumentar la demanda de accesos mediante NGA tanto por parte de los particulares como de las empresas (4). En cuanto al modelo de negocio, hay dos posibilidades: la operadora propietaria de la red actúa pasivamente, poniendo la red a disposición de las partes, o bien se muestra proactiva ofreciendo esta facilidad a sus clientes y generando «redes tecnológicas», siguiendo el ejemplo de las «redes sociales» actuales. En este segundo modelo de negocio, las fuentes de ingresos podrían venir de ingresos publicitarios o de cuotas aportadas por los usuarios.

ANÁLISIS DE LA RENTABILIDAD DE LA INVERSIÓN EN NGA †

Los análisis de rentabilidad que planteamos parten de la evaluación basada en la metodología del descuento de flujos de caja a través del VAN y la TIR. En segundo lugar, se aplican análisis de sensibilidad mediante procesos estocásticos que analizan el riesgo de la inversión y evalúan las opciones reales de crecimiento de la inversión.

CUADRO 1
HIPÓTESIS OPERATIVAS Y TÉCNICAS RELACIONADAS CON EL DESPLIEGUE DE NGN DEL TIPO FTTH-GPON

Variable	Hipótesis	Fuente	Variable	Hipótesis	Fuente
Vida útil	20 años	Hipótesis de los autores	Gastos de mantenimiento y de gestión	10%	Hipótesis de los autores basada en el Proyecto COSTA
Hogares pasados	10.000	Hipótesis de los autores	Amortización	Lineal	Hipótesis de los autores
Inversiones unitarias por hogar pasado	330 euros	Proyecto COSTA	Tipo impositivo	30%	Tipo impositivo español
Inversiones unitarias por hogar conectado	480 euros	Proyecto COSTA	Coste de capital (WACC)	12%	Hipótesis de los autores

FUENTE: Elaboración propia.

CUADRO 2
EJEMPLOS DE ESCENARIOS COMERCIALES QUE MARCAN EL UMBRAL DE RENTABILIDAD

	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3
ARPU año 1	100 euros/mes		110 euros/mes
Crec. Anual ARPU	1%		
ARPU incremental (% s/ARPU total)	40%	50%	40%
Hogares conectados año 1	378	285	334
Crec. Anual hogares conectados			
Hasta año 10 (Δ anual en puntos porcentuales)	3,78 p.p	2,85 p.p	3,34 p.p
Desde año 10 a 20	0		
Hogares conectados año 10	3,782	2,846	3,342
Hogares pasados	10.000		

Nota: p.p. hace referencia a puntos porcentuales.
FUENTE: Elaboración propia

Evaluación inicial de la rentabilidad de la inversión

El ejercicio (5) se ha realizado para una inversión inicial correspondiente a 10.000 hogares pasados, utilizando la versión técnica FTTH-GPON, en una zona densamente poblada en donde había desplegados 10.000 bucles de cobre. El horizonte temporal considerado es de 20 años. Los ingresos relevantes para calcular la rentabilidad están basados en hipótesis sobre flujos de caja ARPU (Average Revenues per User) incrementales, esto es, se trata de considerar sólo aquellos ARPU adicionales a los que había cuando el cliente no disponía de NGA. En el cuadro 1, se exponen las hipótesis técnicas y operativas consideradas.

Hay dos variables clave que condicionan la rentabilidad de la inversión, a saber, el número de hogares que contratan la NGA a lo largo del horizonte temporal y el ARPU incremental por hogar conectado. En el caso que nos ocupa (6), las conexiones provienen de migraciones de clientes, ya sean de la propia operadora o de otras competidoras que están dispuestos a pagar una cantidad mayor por dispo-

ner de un acceso muy mejorado a Internet o por disponer de un servicio mejorado de televisión. La incertidumbre sobre las dos variables citadas es elevada, por lo que hemos planteado distintos escenarios con el objetivo de determinar el umbral de rentabilidad. En el cuadro 2 se muestra un resumen con algunos de los escenarios comerciales posibles en los que la TIR coincide con el coste de capital y el VAN es cero. Esto significa que a partir de cualquier mejora comercial en cada uno de los escenarios se obtendría rentabilidad positiva.

La incertidumbre considerable sobre las hipótesis comerciales hace necesario aplicar análisis de sensibilidad mediante procesos estocásticos con el objetivo de estimar distribuciones del tipo VaR (7) (Value at Risk) sobre el VAN y la TIR de la inversión (8). Hemos analizado por separado el impacto de tres variables: ARPU del primer año, ARPU incremental y crecimiento de los hogares conectados. Posteriormente hemos llevado a cabo el análisis conjunto de las tres variables. En los cuatro ejercicios se han aplicado técnicas de simulación de Montecarlo, generando 5.000 escenarios, a las variables aleatorias establecidas. En el cua-

CUADRO 3
ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD Y VALORACIÓN DE LAS OPCIONES REALES DE CRECIMIENTO

	Variable con sensibilidad	Análisis 1	Análisis 2	Análisis 3	Análisis 4
		ARPU inicial	ARPU incremental	Hogares conectados	Las 3 variables
Parte A: Sin opciones reales de crecimiento	ARPU año 1 (euros/mes)	Distr.Normal: máx, 120; mín, 80; media, 100; σ , 10%	100 euros/mes		Distr.Normal: máx, 120; mín, 80; media, 100; σ , 10%
	Crec. Anual ARPU	1%			
	ARPU incremental (% s/ARPU)	40%	Distr.Normal: máx, 55%; mín, 25%; media, 40%; σ , 10%	40%	Distr.Normal: máx, 55%; mín, 25%; media, 40%; σ , 10%
	Crec. Anual hogares conectados Hasta año 10	5 puntos porcentuales		Distr.Normal: máx, 7,5%; mín, 2,5%; media, 5%; σ , 1%	Distr.Normal: máx, 7,5%; mín, 2,5%; media, 5%; σ , 1%
	Crec. Anual hogares conectados desde año 10 a 20	0 puntos porcentuales			
	Nº de simulaciones	5.000			
	Nº de simulaciones con VAN negativo o TIR inferior al WACC	45 (0,9%)	969 (19,4%)	343 (6,9%)	1.185 (23,7%)
	VAN medio	1,495,024	1,494,530	1,489,253	1,517,213
Parte B: Con opciones reales de crecimiento	Definición de la variables estocásticas para valorar las opciones reales de crecimiento	ARPU mensual adicional inicial en año 4 - Distr. Normal: máx.13; mín, 7; media, 10; σ 2			
		% hogares conect. que contratan nº serv. año 4 - Distr. Normal: máx.15%; mín, 5%; media, 10%; σ 4%			
		Incr. Pporc. hogares conect. con nº serv. desde año 4 - Distr. Normal: máx.3%; mín, 1%; media, 2%; σ 0,5%			
	Nº de simulaciones	5.000			
	Nº de simulaciones con VAN negativo o TIR inferior al WACC	0 (0%)	513 (10,3%)	150 (3,0%)	777 (15,5%)
	VAN medio	2,045,053	2,043,624	2,034,602	2,065,686

FUENTE: Elaboración propia.

dro 3 (parte A) se puede observar la definición de las variables aleatorias para los análisis propuestos, así como el número de escenarios con VAN negativo y TIR inferior al coste de capital, esto es, aquellos escenarios con rentabilidad negativa.

El ARPU incremental y el número de hogares conectados son las variables que más riesgo suponen para el proyecto. El elevado riesgo de la inversión en NGA se pone de manifiesto en que si combinamos las tres variables aleatorias (análisis 4), algo más del 23% de los escenarios arroja rentabilidad negativa. La distribución de los resultados del VAN, para los 5.000 escenarios generados, se puede observar en la figura 1.(en página siguiente)

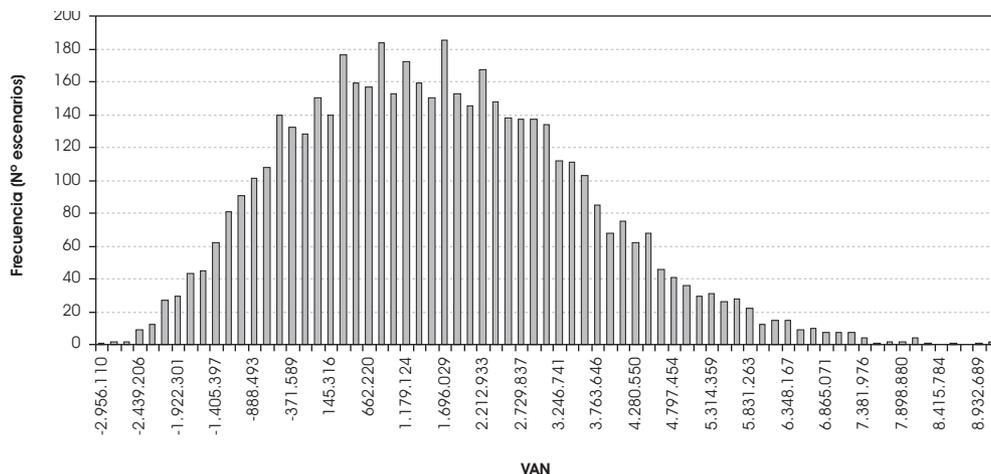
Opciones reales de crecimiento ↴

Las NGA tienen la capacidad de impulsar nuevos servicios o servicios mejorados en el futuro que permitan incrementar el número de hogares conectados y/o aumentar el ARPU. En el caso español, las previsiones

a corto plazo se centran en el atractivo que tienen estas redes respecto a la velocidad y calidad de las conexiones a Internet, así como en el impulso que puede suponer para el servicio de TV, tanto en lo relativo a mejoras de la calidad como en nuevas facilidades del servicio. Estos atractivos, que se ponen de manifiesto ya a corto plazo, son los que hemos intentado reflejar en los análisis del apartado anterior.

Por otro lado, existe la posibilidad de que en un futuro no tan inmediato, las NGA sirvan para canalizar otros servicios distintos a los actuales, los cuales contribuyan también a mejorar el ARPU y lograr nuevas conexiones. De momento no hay previsiones de que ocurra a corto plazo, ni tampoco hay una definición, más o menos clara, de cuales pueden ser esos elementos impulsores. Se apuntaron algunas ideas más arriba, pero por ahora no hay planes meridianamente definidos por parte de las operadoras (9). Pero en un horizonte temporal tan amplio, hay que considerar la posibilidad de que las NGN generen nuevas fuentes de ingresos. En definitiva, esto es una opción real de crecimiento. Las dificultades para valorarlas

FIGURA 1
VAR APLICADO AL VAN-3 VARIABLES ALEATORIAS CONJUNTAS:
ARPU INICIAL, ARPU INCREMENTAL Y HOGARES CONECTADOS



FUENTE: Elaboración propia.

con precisión son enormes, pero hay que tenerlas presentes de alguna manera.

Las inversiones iniciales en ADSL a finales de la última década del siglo pasado, ya contemplaban una opción real de crecimiento muy clara, cual era la posibilidad de dar servicio de TV. Aunque luego se llevó a cabo, en los primeros momentos había incertidumbre. Por lo tanto, era una opción real de crecimiento claramente definida y más fácil de evaluar (10). A diferencia de ésta, las incertidumbres de las opciones reales de crecimiento de las NGN se ven incrementadas en dos aspectos: definición del servicio y modelo de negocio. Los servicios no están claramente delimitados como ocurría con la TV a través de ADSL y, por lo tanto, el modelo de negocio es más difuso. Concretamente no se tiene muy claro si los nuevos servicios van a requerir volúmenes elevados de inversión por parte de la propietaria de la NGN o si ésta va a actuar como distribuidora. No obstante, pensamos que este último modelo es el más plausible si apostamos en contra de la integración vertical.

Así pues, la valoración de las opciones reales de crecimiento resulta más complicada. Nuestra aproximación metodológica en esta ocasión consiste en observar cómo varían las rentabilidades medias, así como las funciones de distribución de las rentabilidades tras aplicar los procesos estocásticos, ante la comercialización de nuevos servicios a partir del año 4. Estos nuevos servicios se definen, tal y como se aprecia en la parte B del cuadro 3, mediante tres variables aleatorias:

■ Variable 1: ARPU mensual incremental, adicional al considerado en el análisis sin opciones reales.

■ Variable 2: Porcentaje de hogares ya conectados que contratan los nuevos servicios

■ Variable 3: Incremento en puntos porcentuales, a partir del año 4, de hogares ya conectados que contratan los nuevos servicios.

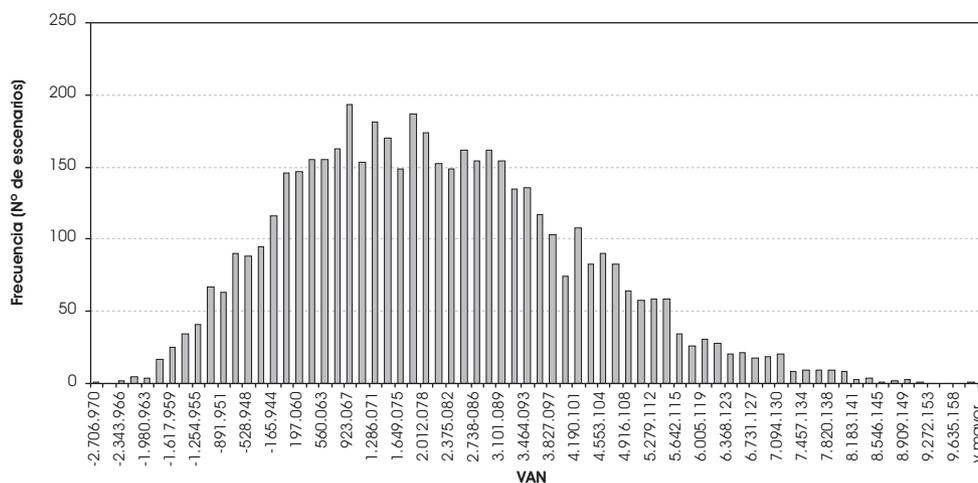
Así pues, y manteniendo hipótesis conservadoras, suponemos que las opciones reales de crecimiento no van a generar nuevos hogares conectados, sino que una parte de aquellos que lo estén van a contratar nuevos servicios que implicarán un aumento del ARPU (11).

Suponemos que las tres variables aleatorias se comportan como distribuciones normales cuyos parámetros se pueden observar en el cuadro 3.B. Los resultados muestran mejoras en la rentabilidad, en torno a 500.000 euros para cada análisis (alrededor del 33% en VAN) y en el riesgo en los cuatro análisis iniciales, tal y como se aprecia igualmente en el cuadro 3, parte B. Asimismo las colas de la distribución de la rentabilidad de la inversión se desplazan hacia la derecha, lo que mejora sensiblemente la valoración. Si comparamos la figura 2 con la figura 1 se aprecia esta circunstancia para el análisis que combina todas las variables aleatorias.

APLICACIÓN DE LAS OPCIONES REALES AL ACCESO DE LAS OPERADORAS COMPETIDORAS A LAS NGA †

El objetivo de este apartado es plantear un marco teórico para el caso de una operadora competidora que

FIGURA 2
VAR APLICADO AL VAN-3 VARIABLES ALEATORIAS CONJUNTAS:
ARPU INICIAL, ARPU INCREMENTAL Y HOGARES CONECTADOS; MÁS OPCIONES REALES DE CRECIMIENTO



FUENTE: Elaboración propia

quiere prestar servicios sobre la NGA y aplicarlo, después, al entorno de hipótesis que hemos planteado en el apartado anterior. Una operadora competidora que desee entrar en el negocio de las NGA se enfrenta a la alternativa de desplegar su propia red de fibra, utilizando los conductos ya existentes, o bien alquilar bucles a la operadora dominante que ha desplegado ya la red. Esto último es posible si el regulador obliga a la operadora que invirtió a dar servicio de alquiler, o bien si ambas operadoras llegan a un acuerdo entre sí.

Supongamos que el regulador permite el alquiler en su versión de caudal de bits, que sería la opción técnicamente posible en el caso español, y que el coste que ha de pagar es un coste del tipo TELRIC (Total Element Long Run Incremental Cost) (12). El coste TELRIC se puede desglosar como:

$$\text{TELRIC} = \text{LRIC} + \text{mark up}$$

Mediante el componente LRIC, la operadora inversora le cobra a la entrante que alquila la red el coste incremental (13) de un bucle correspondiente a la inversión realizada, pero con la mejor tecnología disponible en estos momentos. En este caso, las redes NGA constituyen la mejor tecnología, por lo que la operadora establecida no repercutiría un coste inferior al que ha soportado.

El *mark up* incorpora otros costes de la operadora. Tomemos la versión más restringida, y también la más fácil de calcular, que es aquella que incorpora sólo aquellos costes en los que incurre la operadora inver-

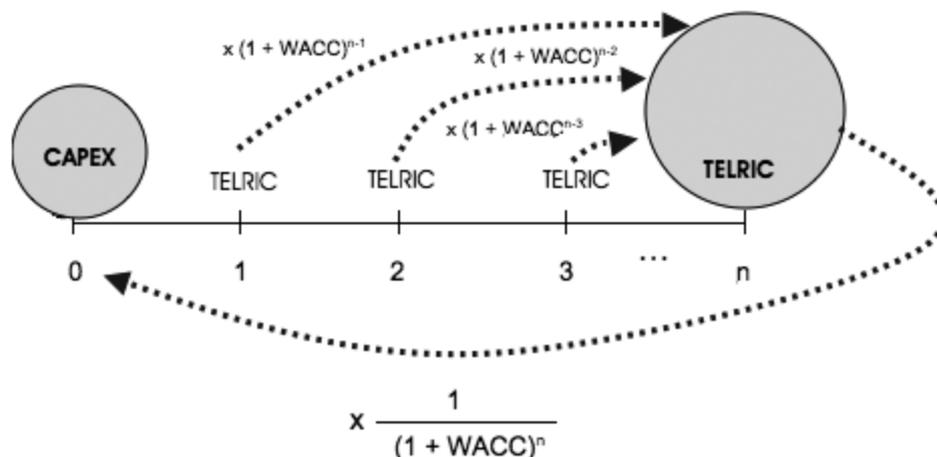
sora por el mantenimiento y gestión de la red alquilada. No se repercute, por lo tanto, ningún coste estructural.

El cálculo del coste TELRIC parte de la inversión realizada por la operadora inversora por cada hogar conectado, la cual incluye la parte correspondiente a la inversión inicial del despliegue de red (inversión por hogar pasado) más la inversión en equipos que se realiza cuando un cliente contrata la NGA (inversión por hogar conectado). Sólo una parte de los hogares pasados se convertirán más adelante en hogares conectados, por lo que la inversión a considerar incluirá, junto a los dos componentes citados, una cuota parte de la inversión total en hogares pasados que no se convierten en hogares conectados. Denominamos CAPEX a la suma de los tres componentes. La operadora que alquila la red debe pagar a lo largo de la vida de la inversión un precio de alquiler tal que equivalga, desde un punto de vista financiero, al CAPEX considerado. Por lo tanto, se procede trasladando el alquiler pagado cada año al final de la vida de la inversión, y una vez agregados todos los alquileres pagados cada año y valorados en el año n , se descuenta toda esa cantidad al momento inicial y se iguala a la inversión (ver figura 3). De esa ecuación se despeja el alquiler y tenemos la cantidad que ha de pagar la operadora por el alquiler un bucle de la NGA:

$$\text{TELRIC total} = \text{CAPEX} \times \frac{\text{WACC} \times (1 + \text{WACC})^n}{(1 + \text{WACC})^n - 1}$$

donde el alquiler anual se denomina «TELRIC» y WACC (Weighted Average Cost of Capital) es el coste de capital utilizado.

FIGURA 3
CÁLCULO DEL PRECIO DE ALQUILER ANUAL
TELRIC



FUENTE: Elaboración propia.

Si el coste del alquiler del caudal de bits se aplica exclusivamente sobre los costes asociados a la inversión de ese bucle, el precio del alquiler sería de 9,03 euros/mes. Si se repercute la capacidad ociosa prevista, así como los costes de mantenimiento y de gestión, el coste se elevaría a 18,51 euros/mes (cuadro 4).

Llegado a este punto, vamos a plantearnos cómo procedería una operadora entrante que precisa la red para ofrecer servicios a sus clientes. Ha de elegir entre invertir o alquilar. Supongamos que la opción de alquilar es a corto plazo (14). La operadora entrante se decantará por aquella opción que le sea más satisfactoria desde el punto de vista económico, financiero y estratégico. Se procede a comparar las dos alternativas desde el punto de vista de los costes de explotación y de las opciones reales.

Costes de explotación

Analicemos, en primer lugar, los costes de explotación en caso de optar por la inversión. Habrá que considerar tres categorías:

- ✓ Coste de la inversión (CAPEX). Esta partida incluye la inversión por hogar pasado, conectado y la repercusión de la capacidad vacante.
- ✓ Coste de mantenimiento de la inversión a lo largo de la vida de la misma.
- ✓ Costes comerciales y de gestión.

CUADRO 4
ESTIMACIÓN DEL COSTE DEL ALQUILER DE LA
NGA POR CLIENTE DE CONOCIMIENTO
PARA LA UAM

Hipótesis	
CAPEX por hogar pasado y conectado	809.68
Costes de mantenimiento y de gestión	10% de la inversión
Hogares pasados y no conectados	70%
WACC	12%
Horizonte temporal de la inversión	20 años
Opción de abandono (% s/ TELRIC)	13,5%
Opción de crecimiento (% s/ TELRIC)	17,4%
Coste de alquiler (euros/mes)	24.23
Coste sin opciones reales	18.51
CAPEX por hogar pasado y conectado	9.03
Coste capacidad ociosa	8.58
Costes de mantenimiento y de gestión	0.90
Coste opciones reales	5.72
Opción de abandono	2,50
Opción de crecimiento	3,22

FUENTE: Elaboración propia.

En el caso de alquiler de la red, las dos primeras partidas anteriores desaparecen y son sustituidas por el coste del alquiler de la red que paga a la empresa que invirtió en la red. La partida de costes comerciales y de gestión se mantiene. Por otro lado, habría que incluir una nueva partida relacionada con los Costes de Transacción (15), que incluye todos los costes relacionados con la gestión del alquiler de la red, la gestión y resolución de conflictos, etc. Asimismo, hay que

tener en cuenta los beneficios derivados de la externalización. Si la empresa entrante alquila en lugar de invertir, estará externalizando una actividad. La externalización tiene una serie de ventajas que hacen que genere un valor considerable para la empresa. Entre esas ventajas cabe destacar la liberación de recursos financieros, la reducción del coste de capital, la reducción del umbral de rentabilidad y la reducción del riesgo operativo. Así pues, la alternativa del alquiler registra los siguientes costes y beneficios:

- Coste del alquiler
- Costes comerciales y de gestión
- Costes de Transacción
- Beneficios de externalización

La cuestión que nos planteamos ahora es cuál de las dos alternativas es más costosa. Hay una partida común (costes comerciales y de gestión) y una partida específica en la opción de alquiler que son los Costes de Transacción. Por otro lado, hay que comparar el coste de la inversión (CAPEX), junto con los costes de mantenimiento asociados a la opción de invertir; con el coste del alquiler. Obviamente, la comparación está condicionada por la metodología elegida para determinar el precio del alquiler. Si se aplica la metodología TELRIC descrita más arriba, los costes de ambas alternativas deberían ser iguales, esto es:

$$\begin{aligned} \text{CAPEX} + \text{Costes de mantenimiento} &= \\ &= \text{Coste del alquiler} \end{aligned}$$

Esto se consigue siempre que incorpore a los cálculos la capacidad ociosa que se genere, es decir, si se tiene en cuenta que la inversión en muchos de los hogares pasados no se concreta luego en hogares conectados.

Por otro lado, conviene tener en cuenta otro elemento más sutil y, por lo tanto, más difícil de valorar como son los mayores costes de inversión que pueden presentarse para la operadora entrante en comparación con la operadora inversora. Estos mayores costes se pueden deber a las menores economías de escala y menores economías de aprendizaje de las que dispone la operadora de menor dimensión, por lo que el coste unitario de su inversión se incrementaría, mientras que aprovecharía la ventaja del tamaño si alquila la red. Así pues, la opción de alquiler incorpora una partida que denominamos como «Costes de Entrada» (16.)

A modo de conclusión, y teniendo en cuenta exclusivamente el tema de los costes de explotación y

sus implicaciones, la opción de alquiler calculada con metodología TELRIC y repercusión de capacidad ociosa, resulta más interesante si:

$$\begin{aligned} \text{Costes Transacción} - \text{Beneficios externalización} &< \\ &< \text{Costes Entrada} \end{aligned}$$

O presentado de otra manera más ilustrativa si:

$$\begin{aligned} \text{Beneficios externalización} &> \text{Costes Transacción} \\ &- \text{Costes Entrada} \end{aligned}$$

Opciones reales †

Además del análisis presentado en el apartado anterior, la alternativa inversión-alquiler ha de ser analizada también aplicando la metodología de las opciones reales (17). Hay dos opciones reales que hay que considerar si se invierte. La primera de ellas es la opción de abandono. Esta opción real siempre está presente cuando se invierte, ya que se ha de contemplar que, en caso de fracaso económico, la empresa puede proceder a desinvertir y recuperar una parte de la cantidad invertida. No obstante, la opción de abandono pierde valor conforme aumentan los costes hundidos, llegando a disiparse por completo cuando toda la inversión es un coste hundido. Las inversiones en NGA tienen esta última característica, por lo que la opción de abandono no tiene valor cuando se invierte (18).

Por otro lado están las opciones reales de crecimiento, las cuales se han valorado en un apartado anterior. Estas opciones reales sí que hay que tenerlas presentes a la hora de valorar la alternativa de inversión

En la alternativa del alquiler de la red, la empresa arrendataria paga el correspondiente precio de alquiler basado en los costes de la inversión de la empresa dueña de la red. Si aplicamos la metodología TELRIC, en ese precio no se ha incluido ningún coste por opciones reales que pudiera disfrutar la empresa que alquila la red. Por lo tanto, si las hubiere, el precio del alquiler debería de incorporarlas. Analicemos si las hay. En primer lugar hay opciones reales de crecimiento en el caso de que se consigan distribuir en el futuro contenidos que mejoren el ARPU de la empresa sin que sea preciso incorporar mejoras tecnológicas a la red. Como se analizó en el capítulo anterior, esas opciones reales de crecimiento incrementaban el VAN en un 36,1%. Así pues, la empresa que alquila y que no ha invertido disfruta de esta opción real, por lo que el precio de alquiler debería incrementarse por este concepto.

En segundo lugar hay que mencionar la opción real de «esperar para invertir». Esta opción real permitiría

ejercer las opciones reales de crecimiento que precisen de mejoras tecnológicas en la red sin necesidad de haber invertido antes y, mientras tanto, se ha estado presente en el mercado obteniendo flujos de caja, mejorando la curva de aprendizaje y esperando a que se disipase una parte considerable del riesgo. Estas opciones reales de crecimiento son distintas a las que no requieren inversión, las cuales se han mencionado en el párrafo anterior.

En tercer lugar, el alquiler conlleva una opción de abandono sintética de gran valor, en comparación con la alternativa de inversión inicial, ya que el abandono, esto es la no renovación de los contratos de bucles anteriores y/o la no celebración de nuevos contratos de alquiler debido a una posible falta de rentabilidad, no conlleva pérdidas por costes hundidos, lo que sí ocurre si se ha invertido.

Resumiendo, el precio del alquiler debe de contemplar estas opciones reales. No obstante vamos a eludir valorar en este trabajo la opción real de esperar para invertir debido a las dificultades técnicas actuales (19). El procedimiento que se ha seguido para incorporar estos elementos al precio de alquiler está basado en los análisis realizados en el capítulo tercero. Comenzamos por calcular la opción de abandono. Para ello se compara el VAN medio de los 5.000 escenarios utilizados para realizar el análisis de sensibilidad conjunto con ese mismo VAN medio, pero convirtiendo a cero el VAN de aquellos escenarios que presentan valor negativo. La mejora resultante es de un 13,5%. Aplicamos este incremento al precio inicial del alquiler basado en la metodología TELRIC y así incorporamos el valor de esta opción real. En cuanto a las opciones reales de crecimiento, partimos de la mejora del 36% en el VAN medio con dichas opciones con el VAN medio sin ellas. Si aplicamos el incremento del 36% estaríamos incluyendo de nuevo la opción de abandono, por lo que comparamos el VAN medio con opciones de crecimiento con el VAN medio sin ellas pero convirtiendo a cero el VAN de aquellos escenarios con valor negativo. La mejora se reduciría al 17,4%. El precio del alquiler resultante pasaría de 18,51 a 24,23 euros/mes.

Este precio está basado en las distribuciones que hemos definido a lo largo del artículo, las cuales pueden ser modificadas por otros analistas. Por otro lado, no se han incorporado los importantes beneficios relacionados con la externalización ni con las opciones reales de «esperar para invertir». Por el lado contrario tampoco se han considerado los costes de transacción generados por el alquiler. Estos últimos se verían claramente reducidos si el alquiler de infraestructura de la NGA resulta de la libre negociación entre las partes. Por lo tanto, pensamos que las

estimaciones del coste del alquiler teórico que se presentan en este trabajo pueden ser consideradas como conservadoras.

CONCLUSIONES

Las conclusiones y recomendaciones en materia de política industrial que se derivan de este trabajo son las siguientes:

1) Aunque es la iniciativa privada la que promueve la inversión en NGA, estas nuevas redes son estratégicas para el desarrollo económico de un país. El calificativo de estratégico para el caso español se fundamenta en varios aspectos: 1) las NGA puede servir para que definitivamente se elimine el retraso en materia de desarrollo de la Sociedad de la Información, 2) la inversión en NGA puede ser el motor de impulso de nuevos negocios, y potenciación de los existentes, en ámbito de los contenidos y las industrias culturales (20); 3) el impulso económico de las NGA encaja dentro del desarrollo sostenible y de la innovación que todo país ha de perseguir y 4) en el contexto actual de crisis económica, la inversión en NGA puede contribuir a redefinir un modelo económico más anclado en nuevas actividades en las que se puedan desarrollar ventajas competitivas como país. Por estas razones, los responsables en materia de política económica y de regulación han de promover el entorno adecuado para lograr el máximo nivel de inversión en el territorio español y en el menor periodo de tiempo posible, así como el fomento de los negocios inducidos. Asimismo un adecuado entorno regulatorio(21) se hace aún más importante si se tiene presente que las inversiones en NGA conllevan un riesgo considerable y que los mercados financieros no reciben muy favorablemente estas inversiones.

2) El entorno regulatorio deseable para las inversiones en NGA implica, desde nuestro punto de vista, que no deben de implementarse obligaciones regulatorias con precios de alquiler bajos (que no incorporen el valor de las opciones reales), ya que desincentivaría la inversión y se distorsionaría la asunción de riesgos propia de la economía de mercado. De momento, la competencia intra-red de la operadora inversora está circunscrita al ámbito actual del alquiler del bucle de abonado del par de cobre mejorado con el ADSL. Por otro lado, no hay que olvidar que existe también la competencia inter-redes (redes de cable y banda ancha móvil) y una amplia competencia, también inter-redes, para los servicios de TV.

3) El tercer aspecto a resaltar se refiere a las implicaciones que las NGA tienen en el modelo de negocio

de las empresas inversoras. Es preciso que estas empresas se conviertan en «supermercados» de contenidos digitales y de servicios de red. Su negocio está en generar ingresos por la venta de estos conceptos, lo cual induce otras actividades económicas. Asimismo puede actuar como mayorista con otras empresas que alquilen su red. Pensamos que hay margen para negociar precios de alquiler atractivos entre las partes.

4 Finalmente hay que señalar que el libre mercado no incentiva el despliegue de las NGA en las zonas rurales. Otro tipo de estrategias, en el que las administraciones públicas se mostrasen más pro-activas, sería necesario para entender las NGA a esas zonas.

NOTAS †

- [1] Véase CMT (2008a) y CMT (2008b).
 [2] Véase GAPEL (2008).
 [3] Esta facilidad consiste en poder acceder desde cualquier lugar de la casa a las grabaciones de TV almacenadas en un punto central.
 [4] La literatura sobre el tema es abundante. Un par de referencias útiles son Altmann et al. (2007) y GridEcon (2008).
 [5] Recientemente se han publicado dos estudios (Analysis Mason, 2008; y WIK Consult, 2008) que analizan los elementos que influyen en la rentabilidad de las inversiones en NGA y llevan a cabo análisis cuantitativos de las mismas en distintos países.
 [6] Recordemos que se ha elegido un caso de despliegue de red en dónde ya había una red de acceso de cobre. Otro caso distinto sería el despliegue de la red en una nueva zona urbanizada.
 [7] Las técnicas VaR mide el riesgo de pérdida para una determinada cartera para un periodo de tiempo definido. En el caso que nos ocupa, el riesgo de pérdida se refiere a que el VAN de la inversión se haga negativo o la TIR inferior al coste de capital.
 [8] Los valores utilizados para los análisis del VaR están formados por los VAN de los escenarios generados mediante procesos estocásticos, mientras que para los análisis del TIRaR se utilizan la TIR de esos mismos escenarios. En este trabajo se han reproducido sólo los correspondientes al VAN.
 [9] La literatura reciente sobre el tema remarca las dificultades de evaluar adecuadamente el recorrido comercial futuro de las NGA y las NGN. Véase Atkinson (2008) y Gentzoglani y Aravantinos (2008).
 [10] Véase Gallardo (2003).
 [11] Se podría pensar que estas nuevas hipótesis de mejora del ARPU se podrían haber incorporado en los análisis de sensibilidad anteriores, simplemente aumentando el ARPU a partir del año 4 para un determinado porcentaje de hogares conectados. La razón de proceder de esta forma se encuentra en que, así, analizamos separadamente dos elementos distintos del riesgo y la rentabilidad de la inversión, ya que actualmente no hay planes a corto plazo de obtener más ingresos distintos a los de voz, acceso a Internet y servicios de TV. Hay una excepción a esta última afirmación. Telefónica ha lanzado un servicio denominado pibox que permite la descarga de música y películas de cine.

Es un servicio dirigido a usuarios de ADSL que puede animar la migración pronta a la NGA.

- [12] Esta metodología fue propuesta inicialmente por la FCC (Federal Communications Commission), que es el organismo regulador de las telecomunicaciones en los Estados Unidos.
 [13] En el caso que nos ocupa el procedimiento correcto consiste en calcular los costes incrementales medios para la dimensión de la inversión que estamos considerando, esto es, 10.000 hogares pasados.
 [14] Esto significa que la operadora entrante abandona el contrato de alquiler cuando pierde el cliente.
 [15] Este concepto de costes de transacción comprende los aspectos señalados por Williamson (1981)
 [16] Cuando la empresa que alquila la infraestructura es una filial de una multinacional, esos costes de entrada no son relevantes.
 [17] La primera referencia que hay en la literatura sobre el concepto de opciones reales corresponde a Myers (1977). Las opciones reales tienen su antecedente en las opciones financieras. La peculiaridad de una opción real está en el activo subyacente, ya que se trata de un proyecto de inversión real y no un activo financiero. En la década de los noventa del siglo pasado, se publicaron manuales de referencia para el estudio de las opciones reales y su aplicación general (Dixit y Pyndick, 1994 y Trigeorgis, 1996) A finales de la última década del siglo pasado, el tema cobra protagonismo como consecuencia de la aplicación de las opciones reales a la valoración de las empresas de internet. En esos años hay contribuciones de interés en las que se inciden en su aplicación a distintos sectores (Amran y Kulatilaka, 1999). También en esas fechas aparecen las primeras aplicaciones relevantes al sector de las telecomunicaciones. Destaca la recopilación de varios autores en una obra colectiva sobre la aplicación de la teoría de las opciones reales a las inversiones en el sector de las telecomunicaciones (Alleman y Noam, 1999). Una especial importancia tienen las contribuciones de los profesores Hausman y Sidak (1999).
 [18] En la literatura sobre opciones de abandono en inversiones en infraestructuras de telecomunicaciones abundan las referencias a los inconvenientes que suponen los costes hundidos. Un análisis de estos aspectos se encuentra en Hausman (1999) y en Pindyck (2004).
 [19] Los autores continúan su línea de investigación sobre este tema.
 [20] Una implicación futura que vislumbra algún autor es el predominio de la vida social virtual en detrimento de la vida social no virtual para muchas personas. Este fenómeno ya se está dando para algunas personas. Véase Noam (2008).
 [21] Un estudio reciente (Véase Wallsten, 2006) indica que los efectos de ciertas

BIBLIOGRAFÍA †

- ALLEMAN, J. Y NOAM, E. (1999): *The New Investment Theory of Real Options and its implications for Telecommunications Economics*, Kluwer Academic Publishers, Massachusetts.
 ALTMANN, J., COURBOUBETIS, C., DARLINGTON, J., COHEN, J. (2007): «GridEcon – The Economic-Enhanced Next-Generation Internet». En: GECON 2007, LNCS vol. 4685. Springer, Heidelberg.
 AMRAN, M. Y KULATILAKA, N. (1999): *Real Options. Managing strategic investment in an uncertain world*, Harvard Business School Press.

ATKINSON, R.C. (2008): «Market Structure for Ultrabroadband», *Communications & Strategies*, Special Issue, Noviembre, Montpellier.

ANALYSIS MASON (2008): The cost of deploying fibre-based next-generation broadband infrastructure.

CMT (2008a): «Principios y líneas maestras de la futura regulación de las redes de acceso de nueva generación (NGA)», enero, Barcelona.

CMT (2008b): «Mercado de Acceso de Banda Ancha al por Mayor», *Análisis de Mercados*, diciembre, 2008, Barcelona.

DIXIT, A.K. & PINDYCK, R.S. (1994): *Investment under Uncertainty*, Princeton University Press. NJ.

GALLARDO OLMEDO, F. (2003): «XDSL services: a strategic approach», *Communications & Strategies*, nº51, Montpellier.

GAPTEL (2008): *Oportunidades y Desafíos de la Banda Ancha*, Red.es, Madrid.

GENTZOGLANIS, A. Y ARAVANTINOS, E. (2008): «Forecast Models of Broadband Diffusion and Other Information Technologies» *Communications & Strategies*, Special Issue, Noviembre, Montpellier.

GRIDECON (2008): <http://www.gridecon.eu>, Junio 2008.

HAUSMAN, J. (1999): «The Effect of Sunk Costs in Telecommunications Regulation». In *The New Investment Theory of Real Options and its implications for Telecommunications Economics*. Edited by J. Alleman and E. Noam. KAP.

HAUSMAN, J. & SIDAK, G. (1999): «A Consumer-Welfare Approach to the Mandatory Unbundling of Telecommunications Networks». *The Yale Law Journal*. November.

MYERS, S. (1977): «Critical insight into the first introduction of the concept of real options», *Journal of Financial Economics*, Vol. 5. Enero 1977.

NOAM, E (2008): «If Fiber is the Medium, What is the Message? Next Generation Content for Next –Generation Networks», *Communications & Strategies*, Special Issue, Noviembre, Montpellier.

PINDYCK, R.S. (2004): «Mandatory unbundling and irreversible investment in telecom networks». MIT Sloan Working Paper No. 4452-03.

PROYECTO COSTA (2009): *Costes de redes de acceso de nueva generación*, GTIC, Madrid.

TRIGEORGIS, L. (1996). *Real Options - Managerial Flexibility and Strategy in Resource Allocations*, MIT Press. Cambridge.

WALLSTEN, S (2006): «Broadband and Unbundling Regulations in OECD Countries» *Brookings Joint Center, Working Paper*, Washington.

WILLIAMSON, O.E. (1991): «Comparative Economic Organization: The Analysis of Discrete Structural Alternatives», *ASQ*. Junio.

WIK- CONSULT (2008): *The Economics of Next Generation Access*, Final Report.