

3.1. TITULIZACIÓN DE INFRAESTRUCTURAS Y SERVICIOS PÚBLICOS

3.1.1. INTRODUCCIÓN

En el capítulo 1 abordamos la problemática de la financiación de infraestructuras y las múltiples alternativas de colaboración entre el sector público y privado tanto en el ámbito de la provisión de estas infraestructuras como en el de la financiación propiamente dicha. En este capítulo debemos integrar la posibilidad de introducir la titulación en los proyectos de infraestructuras en el contexto actual de gran complejidad para la financiación de infraestructuras y servicios públicos.

Ante la creciente participación de financiación privada en proyectos de interés público que se deriva de la necesidad de compatibilizar, por parte del sector público, políticas de restricción del déficit con niveles de inversión que permitan incrementar las dotaciones de infraestructuras, la titulación de activos facilita la integración de los sectores público y privado, en el sentido de que vincula la capacidad del proyecto para generar rentas futuras con la estructuración financiera, sin perjuicio de las restricciones presupuestarias de las administraciones públicas. En última instancia la pretensión sería la de la autofinanciación de las infraestructuras mediante la generación de unos flujos de caja que permitieran hacer frente a los pagos derivados de la deuda.

Pero los proyectos de infraestructuras suelen llevar asociados elevados volúmenes de inversión inicial, un horizonte temporal de la inversión a largo plazo y unos ingresos previstos pero no acordados contractualmente, que no figuran en su balance. Estas características paradigmáticas de las inversiones en infraestructuras condicionan en gran medida su financiación.

Es por todo ello que la titulación puede ser en muchos casos una fuente de financiación a considerar por los promotores de este tipo de proyectos. La

titulación implica un proceso en el que una sociedad propietaria de unos activos o derechos de cobro registrados en su balance o no, como es el caso de una concesionaria de infraestructuras, o la misma Administración Pública, traslada sus necesidades de crédito a los mercados de capitales con la garantía de los ingresos esperados de dichos activos. Al ceder a un vehículo estos ingresos futuros, los concesionarios de infraestructuras consiguen fondos para afrontar las inversiones necesarias para llevar a cabo el proyecto.

Partimos de la posibilidad de titular además de los derechos de crédito existentes los derechos de cobro futuros, siempre que se conozca o pueda preverse su magnitud aunque no figuren en el activo del cedente. En la financiación de infraestructuras nos basaremos principalmente en esta segunda posibilidad: la titulación de los flujos futuros esperados. Los activos, o los derechos de cobro, serán cedidos por el originador al fondo de titulación mediante un contrato de transferencia de activos, venta sin desvinculación del activo.⁵³

El fondo de titulación aglutina los activos cedidos y emite valores negociables, los bonos de titulación, que permiten obtener la tesorería necesaria para comprar al originador los derechos futuros de cobro. La devolución del principal y el pago de intereses a los tenedores de los bonos están respaldados por la capacidad de generación de flujos de caja por parte de los activos que constituyen la infraestructura. El acceso directo a los mercados financieros que supone la venta de los bonos facilita la consecución de los elevados importes de inversión inicial necesarios, y a su vez, permite disponer de una tipología de inversores más amplia que facilite la obtención de recursos a largo plazo inherente a este tipo de proyectos.

Por tanto, la titulación puede ser un buen instrumento para la financiación de grandes proyectos de inversión con flujos de caja futuros previsibles y estables, con un riesgo de crédito bajo y fácilmente mensurable y vencimientos a largo plazo.

⁵³ Según ANEGÓN et al (2002) este contrato es la pieza clave de la operación, ya que en él se determinan las características de la cesión de los activos y la distribución de riesgos del conjunto de la operación.

Los proyectos de infraestructuras o servicios públicos suelen cumplir estos requisitos. Es el caso de aeropuertos, puertos, puentes, túneles, autopistas, ferrocarril, suministro y tratamiento de aguas, parques eólicos, polígonos industriales, grandes aparcamientos, estadios o auditorios, residencias de ancianos, parques, etc. El único requisito esencial para llevar a cabo este tipo de operaciones es que se trate de proyectos generadores de cobros futuros bajo la forma de peajes, tarifas, billetes de transporte, tasas, precios públicos, cánones, etc.

3.1.2. VENTAJAS E INCONVENIENTES DE LA TITULIZACIÓN COMO ALTERNATIVA PARA LA FINANCIACIÓN DE INFRAESTRUCTURAS Y SERVICIOS PÚBLICOS

En este epígrafe nos planteamos y exponemos las ventajas que la titulación puede suponer para la financiación y, en definitiva, el buen fin de los proyectos de inversión en infraestructuras y servicios públicos, pero también los problemas asociados a la asunción de este sistema de financiación.

3.1.2.1. Ventajas de la titulación como fuente de financiación de los proyectos de infraestructuras y servicios públicos

Frente a las alternativas de financiación de que disponen tanto la Administración Pública como la iniciativa privada para llevar a cabo proyectos de infraestructuras y servicios públicos, la titulación de los cobros futuros que éstos generen puede presentar múltiples ventajas que a continuación exponemos.

- Una de las principales ventajas que la titulación puede proporcionar al originador en el caso de la financiación de infraestructuras es que se trata de una fuente de recursos que a su vez permite transferir el riesgo asociado a los derechos de cobro, con la consecuente repercusión en el mantenimiento de la calidad crediticia del promotor. Así, este puede emprender nuevos proyectos, conseguir los beneficios que éstos aporten tanto al propio promotor como a la sociedad en general, sin que ello le

suponga un decremento en su solvencia como empresa. Pueden realizarse proyectos con fondos ajenos al presupuesto o con financiación fuera de balance, con independencia jurídico-contable respecto a otros proyectos del promotor. El riesgo asociado a los proyectos financiados mediante la titulación se distribuye entre todos los participantes en este proceso, de manera que el originador consigue, frente a otras alternativas de financiación, mejorar sus ratios de apalancamiento y en última instancia, eliminar la posibilidad de que los inversores finales en el proyecto, los tenedores de los bonos de titulación, recurran al originador en caso de impagos. Su única garantía serán los cobros generados por el proyecto en cuestión y, en ningún caso, los activos de la empresa originadora o el resto de cobros que ésta pueda obtener con otros proyectos.

- A parte de esta repercusión positiva que la titulación supone frente a otras alternativas de financiación en la solvencia de la empresa originadora, la titulación también puede fomentar el desarrollo de proyectos que difícilmente se llevarían a cabo si no existiera esta posibilidad. Nos referimos a proyectos cuya financiación directa exceda a la capacidad del promotor por restricciones al endeudamiento, tanto en el caso de la administración pública como de la iniciativa privada. Ya comentamos que el montante de recursos necesarios para iniciar este tipo de proyectos suele ser elevado. Además, en el caso de promotores privados, estos desembolsos iniciales pueden suponer una barrera de entrada importante para empresas que no alcancen determinadas dimensiones. Estas barreras pueden retroalimentar el hecho que sólo unas pocas grandes empresas puedan acceder a la ejecución de proyectos de infraestructuras y servicios públicos. Si nos centramos en el caso europeo, el euro como moneda única puede incentivar la titulación como fuente de financiación de proyectos que excedan la capacidad de financiación doméstica de cada país.⁵⁴

- La titulación, también facilita el acceso a la financiación a largo plazo. La emisión de los bonos y su consecuente colocación en los mercados

⁵⁴ *TINTORÉ et al (2000).*

financieros amplía los segmentos de inversores que pueden participar en el proyecto y con ello se consigue acceder a tipologías de inversores como los fondos de inversión o de pensiones, o las compañías aseguradoras, especialmente interesados en la colocación de recursos a muy largo plazo.

- Respecto al riesgo de los títulos, la estructuración de la emisión en tramos crediticios de menor a mayor riesgo y con distintos vencimientos permite cubrir un amplio abanico de perfiles de riesgo y consecuentemente llegar a un mayor número de inversores.

- La titulización también tiende a estimular el seguimiento en profundidad de los proyectos con lo que podría incidir en la mejora de la gestión de éstos. La calificación de los bonos emitidos depende, en gran medida, de la previsibilidad y fiabilidad de los cobros futuros que se generarán. Es por ello que desde el inicio del proyecto, la titulización puede suponer un estímulo para que el promotor realice un análisis de la viabilidad del proyecto exhaustivo, convirtiendo este análisis en un factor decisivo para llevar a cabo la inversión. Si la calificación final de los bonos y por tanto su rentabilidad y en definitiva, el coste de la financiación, dependen en gran medida de la capacidad del proyecto de generar flujos de cobros futuros, el promotor prestará mucha atención a la fiabilidad de estas previsiones y en última instancia, a la viabilidad del proyecto.

- En cuanto al coste de la titulización para el originador, el hecho de que la titulización permita acceder a los segmentos de inversores más interesados en cada nivel de riesgo, puede reducir los costes de financiación al originador en comparación con otras fuentes de recursos. Tampoco debemos olvidar que, en definitiva, al titular se consigue financiación mediante una operación desintermediada.

3.1.2.2. Inconvenientes de la titulación como fuente de financiación de los proyectos de infraestructuras y servicios públicos

Pese a las ventajas que se describen en el epígrafe anterior, la titulación vinculada a proyectos de infraestructuras y servicios públicos también puede presentar los inconvenientes que a continuación señalamos.

- La complejidad del proceso de titulación y sus múltiples participantes pueden elevar el coste de esta fuente de financiación por encima del de otras alternativas. El coste de la financiación que se deriva de un proceso de titulación no incluye únicamente la rentabilidad asociada a los bonos emitidos. Los costes de los mecanismos de mejora crediticia, pagos a la Sociedad Gestora, etc, determinarán el coste final del proceso. No olvidemos que se trata de un mecanismo de financiación relativamente nuevo, poco estandarizado y que requiere la participación de múltiples agentes. Por otro lado, el tiempo empleado en la preparación de una emisión de titulación puede suponer un coste añadido al proceso, sin olvidar los costes asociados a los servicios legales requeridos, o a la valoración de riesgos. Por todo ello, el coste final asociado a una emisión de titulación puede suponer un obstáculo importante para su ejecución definitiva.

- En relación con la primera ventaja que mencionábamos, la transferencia del riesgo asociado a los derechos de cobro, identificamos también uno de los mayores problemas que podemos encontrarnos al afrontar un proceso de titulación de este tipo. Conseguir aislar el riesgo crediticio, que realmente es una de las mayores ventajas de la titulación como fuente de financiación, puede ser también su mayor inconveniente, dada la complejidad del proceso de traslación de riesgos y el soporte legal que éste exige. Este problema se agudiza, si cabe, cuando se titulan no sólo derechos de crédito existentes sino también derechos de cobro futuros que pudieran no figurar en el activo del cedente. Como ya comentamos, la financiación de infraestructuras mediante titulación se basa normalmente en esta segunda posibilidad.

3.1.3. EXPERIENCIAS INTERNACIONALES EN LA TITULIZACIÓN DE INFRAESTRUCTURAS Y SERVICIOS PÚBLICOS

3.1.3.1. Introducción

De los múltiples procesos de titulación relacionados con infraestructuras y servicios públicos que se han desarrollado a nivel internacional en los últimos años, comentaremos en este epígrafe las características más destacables de algunos de ellos. La selección que figura a continuación se ha basado en mostrar, por un lado, la variedad tanto geográfica como social, económica y de desarrollo de los mercados financieros de los países en que se han llevado a cabo; y por otro, la diversidad en la tipología de proyectos de inversión financiados mediante procesos de titulación.

Iniciamos este recorrido centrándonos en el mercado estadounidense al que prestaremos una especial atención por su mayor desarrollo tanto en términos de volumen de emisiones como de la diversidad del origen de los cobros subyacentes. Dado que nuestro objetivo último radica en la titulación de peajes de autopista, es en este tipo de proyectos en los que se hará un especial hincapié.

Posteriormente destacamos y comentamos otras experiencias de titulación de infraestructuras y servicios públicos vinculadas a proyectos desarrollados en Asia y Latinoamérica. Éstas se han llevado a cabo en su mayoría en países con infraestructuras y servicios públicos poco desarrollados cuyos gobiernos y empresas han encontrado en la titulación una alternativa de financiación factible y a un coste reducido; así, es en Asia y Latinoamérica, junto a los Estados Unidos, donde mayor implantación ha tenido en los últimos años la titulación de infraestructuras y servicios públicos.

Por último, hacemos referencia a las experiencias que en este sentido se han venido introduciendo en Europa. Pese a que el desarrollo de la titulación de este tipo de proyectos es aún incipiente en estos países, especialmente si los comparamos con los citados anteriormente, ya se han dado titulaciones de

infraestructuras y servicios públicos relevantes y existen perspectivas para que se sigan realizando en el futuro.

3.1.3.2. Los Revenue Bonds estadounidenses

El mercado de titulación estadounidense fue pionero en el desarrollo de ésta, y a su vez, ha liderado los distintos procesos de innovación tanto en lo que respecta a la estructuración como a la ampliación de la tipología de los activos titulizados.

Los activos emitidos en este mercado siguiendo las directrices de un proceso de titulación han sido, esencialmente, *Mortgage Backed Securities*, *Asset Backed Securities* y *Revenue Bonds*. Los primeros se caracterizan por ser bonos respaldados por préstamos hipotecarios u otros activos, respectivamente; y los *Revenue Bonds*, por estar respaldados por una serie de cobros futuros esperados. Es bajo esta última denominación donde hallaremos las emisiones del mercado estadounidense respaldadas por los cobros futuros generados por infraestructuras y servicios públicos.

Estas emisiones forman parte de las emisiones públicas que se realizan en Estados Unidos. En el conjunto de emisiones públicas realizadas en este país, puede distinguirse entre las que emite directamente el tesoro, *US Treasury Securities*, las que tienen su origen en Agencias Federales, *Federal Agency Securities*, y los bonos emitidos por gobiernos estatales o locales, *Municipal Securities*.⁵⁵ Existe una larga experiencia en la emisión de *Municipal Securities*. El volumen de estas emisiones superaba los 300 billones de dólares⁵⁶ en 2001. Y entre las emisiones que engloban las *Municipal Securities* encontramos los *Revenue Bonds*.

Se trata de emisiones que se realizan con el propósito de financiar proyectos concretos y cuya garantía son los ingresos que en el futuro puedan generar dichos proyectos. Las emisiones de *Revenue Bonds* suelen clasificarse en función del tipo de proyecto a cuya financiación contribuyen. Así, existen emisiones destinadas a

⁵⁵ Para una revisión más amplia de las emisiones públicas estadounidenses destacamos la de FABOZZI (2002).

⁵⁶ Según *Fmsbonds.com*, *Municipal Bonds Specialists*, <http://www.fmsbonds.com>.

la financiación de proyectos de suministros, sanidad, transportes, complejos deportivos, centros de convenciones, viviendas, educación superior, etc.

Los *Utility Revenue Bonds*, por ejemplo, se emiten para financiar proyectos relacionados con el suministro de agua, electricidad, servicios de alcantarillado, etc. Los cobros que garantizan estas emisiones son los derivados del pago por parte de los usuarios.

Los *Transportation Revenue Bonds* corresponden a emisiones cuyas garantías pueden ser peajes de autopista, impuestos sobre la circulación o los carburantes, o las tasas a pagar por el uso de aeropuertos (terminales, hangares, derechos de aterrizaje, cobros a las concesiones, etc.).

Los *Revenue Bonds* se emiten con la garantía de los cobros generados por el funcionamiento del proyecto financiado pero no con los recursos de la administración pública originadora. El procedimiento más habitual que se sigue para afrontar los pagos generados por este tipo de emisiones es la constitución de un fondo donde se depositan los cobros que servirán para afrontar el servicio de la deuda, los gastos de funcionamiento y mantenimiento del proyecto, reservas, los excedentes si aparecen, etc.

Además, los bonistas suelen disponer de otras coberturas como seguros, la garantía de que el proyecto seguirá funcionando hasta que se hayan afrontado todos los pagos generados por la emisión, etc.

Para reflejar la importancia de este tipo de emisiones, en la Tabla 3.1. mostramos a título de ejemplo, las emisiones de bonos respaldados por los cobros futuros derivados de ingresos relacionados con autopistas (peajes, impuestos sobre carburantes, impuestos sobre circulación y vehículos, etc.), realizadas en 2000 en Estados Unidos.

Tabla 3.1. Emisiones de bonos en Estados Unidos respaldados por cobros futuros relacionados con autopistas (2000)

ESTADO	EMISIONES
Arizona	Highway Revenue Bonds – Series 1999 Transportation Excise Tax Revenue Bonds, Maricopa County - Series 1999
Arkansas	Highway Revenue Bonds-2000
Colorado	Revenue Anticipation Bonds-2000
Connecticut	Transportation Infrastructure - Series 1999A
Delaware	Transportation System Senior revenue Bonds - Series 2000 Delaware River and Bay Authority Revenue Bonds - Series 2000 A and B
Florida	Miami-Dade County Expressway Revenue Bonds-Series 2000 Miami-Dade County Expressway Revenue Bonds-Series 1999 Florida Turnpike Revenue Bonds - Series 2000A
Georgia	DOT Projects - Series 2000 ^a
Indiana	Highway Revenue Bonds – 2000A
Illinois	Transportation Bonds-Highway Share- Series A Transportation Bonds-Highway Share -Series A Transportation Bonds-Highway Share- Series A Transportation Bonds-Highway Share- Series A
Kansas	Highway Revenue Bonds – Series 2000A Highway Revenue Bonds – Series 2000B Highway Revenue Bonds – Series 2000C
Maryland	Consolidated Transportation Bonds -Series 1999
Massachusetts	Highway Improvement Loan Acts of 1981 thru 1988 Highway Improvement Loan Acts of 1991 thru 1994 Highway Improvement Loan Acts of 1994 thru 1996 Highway Improvement Loan Acts of 1996 thru 1997 Highway Improvement Loan Acts of 1996 thru 2000 Highway & Cap Improvement Loan Act of 1999 Town & County Ways Imprment Loan Act of 1988 Transportation Development Improvement Loan Act of 1994 Accelerated Transportation & Development Act of 1994 Highway Improvement Loan Act II of 1994 Public Safety Program Loan Acts of 1994 and 1997
Minnesota	Transportation Bonds, Laws of 1984 thru 1999
Missouri	State Road Bonds - Series A-2000
New Jersey	Transportation Trust Fund Series 1999A Transportation Trust Fund Series 2000A Bridge Rehab and Improvement Bonds - 1989 Statewide Transportation & Local Bridge Fund bonds - 1999 South Jersey Transportation Authority Road Development Revenue Bonds - Series 2000C and D New Jersey Turnpike Authority Turnpike Revenue Bonds, Series 2000 A, B-G
New Mexico	State Highway Bonds - Series 1999 CHAT State Highway Bonds - Series 2000 CHAT
New York	Accelerated Capacity & Transp. Improvement of the Nineties – Series 2000 Local Highway & Bridge Service Contract Special Bonds - Series 2000

	Highway and Bridge Trust Fund Bonds - Series 2000A
	Highway and Bridge Trust Fund Bonds - Series 2000B
	Rebuild NY Through Transportation Infrastructure Renewal Bonds – Series 2000
	New York Thruway Authority - General Revenue Bonds, Series 2000
Ohio	Highway Capital Improvement Bonds - Series C
	Ohio Infrastructure Bank Bonds, GARVEE 1999-1
Pennsylvania	Delaware River Port Authority - Long Term Loan of 2000
Rhode Island	State Transportation Bonds - Series 1998 A
Virginia	U.S. Route 58 Corridor Development Bonds - Series 1999
	Northern Virginia Transportation District Bonds - Series 1999A
Washington	MV Fuel Tax General Obligation Refunding Bonds - Series R-2000B
	MV Fuel Tax General Obligation Bonds - Series 2000C Ferries
West Virginia	Safe Road Bonds - Series 1999

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la Federal Highway Administration, US Department of Transportation, www.fhwa.dot.gov.

Los cobros con que se afrontan los pagos de las emisiones de *Revenue Bonds* no tienen porque provenir de un único proyecto. En muchos casos, estos cobros los generan un conjunto de proyectos vinculados entre sí. Entre las múltiples emisiones de *Revenue Bonds* vinculadas a los cobros generados por distintos proyectos, comentaremos la emisión “Transportation Revenue Bonds, Series 2003 B”, originada por la Metropolitan Transportation Authority de Nueva York; por ser de las más recientes y por la relación de los cobros titulizados con los peajes de autopista que serán nuestro objeto de estudio.

Esta emisión, por valor de 503.885.000 de dólares, fue originada por la Metropolitan Transportation Authority (MTA) de Nueva York. MTA fue creada en 1965 como entidad dependiente del estado de Nueva York con el objetivo de desarrollar e implementar la política de transporte de la ciudad de Nueva York y sus conexiones con los condados del área metropolitana: Dutchess, Nassau, Orange, Putnam, Rockland, Suffolk y Wetchester. De MTA dependen diversas compañías afiliadas que proveen y gestionan servicios de metro, autobús, puentes y túneles de peaje, etc.

La emisión “Transportation Revenue Bonds, Series 2003 B”, corresponde a bonos cuyo nominal es de 5.000 dólares, emitidos en 2003 y con vencimientos que van desde 2004 hasta 2026. Los cupones son semestrales y difieren en función del vencimiento del bono. En su folleto de emisión se especifica que se trata de bonos pagables únicamente con los ingresos obtenidos por MTA y que en ningún caso se

trata de deuda del estado o de la ciudad de Nueva York o cualquier otro órgano gubernamental.

Los ingresos que respaldan esta emisión se concretan en la venta de billetes de metro, autobús y tren; la venta de abonos de transporte para los mismos medios; peajes y otros ingresos derivados de la gestión de puentes y túneles; ingresos por concesiones a comercios; alquiler de espacios de publicidad en vagones, autobuses y estaciones; subvenciones del estado, de la ciudad de Nueva York y de los siete condados del distrito de MTA; reembolsos por los costes de mantenimiento de estaciones y edificios accesorios y seguros satisfechos por la ciudad de Nueva York y los siete condados del distrito de MTA; e ingresos financieros por intereses de cuentas y fondos.

Todos los ingresos comprometidos se ceden a un fondo, un *Revenue Fund*, gestionado por JPMorgan Chase Bank. Parte de la emisión está garantizada por Financial Guaranty Insurance Company, y otra parte por MBIA Insurance Corporation. Los bonos que gozan de estas coberturas obtuvieron la calificación máxima mientras que el resto obtuvieron la calificación A de Standard & Poor's y Fitch y A2 de Moody's.

3.1.3.3. La titulación de infraestructuras y servicios públicos en Asia y Latinoamérica

La titulación de cobros futuros derivados de proyectos de infraestructuras y servicios públicos se ha venido utilizando en los últimos años en múltiples países aplicándose a una amplia diversidad de proyectos. Entre los países en que se ha utilizado la titulación como instrumento para la financiación de estos proyectos destacan, a parte de los Estados Unidos, muchos estados asiáticos y latinoamericanos. Los elevados desembolsos iniciales asociados a los proyectos de infraestructuras y el elevado horizonte temporal de estas inversiones, son dificultades difíciles de salvar cuando además existen problemas para acceder a los mercados internacionales en busca de la financiación necesaria. La titulación permite, a menudo, obtener calificaciones que superan el límite que para los emisores de estos países supone el riesgo soberano; y por tanto, acceder a

financiación a un menor coste. Es por todo ello que puede explicarse la mayor implantación de la titulación de cobros futuros derivados de infraestructuras en Asia y países de América Central y del Sur.

Desde 1987, cuando en Méjico Telmex tituliza cobros derivados de servicios telefónicos, los proyectos financiados mediante esta técnica en países emergentes han sido numerosos. Se han titulado cobros por el suministro de energía eléctrica en Indonesia, Brasil y la India; cobros por la provisión de internet en Singapur o derivados de servicios telefónicos en Pakistán; cobros de aeropuertos en Colombia; peajes de autopista en China, Méjico o Pakistán; proyectos para la extracción de gas en Qatar y de petróleo en Venezuela; matrículas universitarias en Argentina, etc. A continuación comentamos con mayor detalle algunas de estas experiencias.

3.1.3.3.1. Tribasa SA: carreteras de peaje

En Méjico, en 1989, apenas iniciado el mandato del presidente Salinas, se planteó la necesidad de la construcción de 4.000 nuevos kilómetros de carreteras de peaje antes del fin del período de gobierno. Para ello se consideró necesario el diseño de un agresivo programa de concesiones que permitiera hacer frente al consecuente volumen de inversión. Las fuentes de financiación radicaron principalmente en la banca comercial doméstica, y también en el capital propio de las sociedades concesionarias y en el gobierno Federal.

El caso que destacamos es el de las carreteras de peaje Ecatepec–Pirámides y Armería–Manzanillo, cuyos derechos de concesión fueron otorgados al grupo Tribasa por 20 y 13 años, respectivamente. Tras una primera etapa de construcción de dos años, en 1993 se realizó una emisión de bonos con vencimiento en 2011 y respaldados por los derechos de concesión de las dos obras y los flujos de ingresos que potencialmente se generarían en ambos casos.

El flujo de caja neto previsto proporcionaba una cobertura anual del servicio total de la deuda de 1,4 veces, y para mejorar la solvencia de la emisión se

establecieron una cuenta general para los ingresos por peajes totales del proyecto, un fondo de reserva, una cuenta que aseguraba el pago de honorarios al gobierno especificados en el contrato de concesión y otra cuenta que permitiera cubrir costes de mantenimiento superiores a los esperados.

A pesar de todo ello, el hecho de que las previsiones de inversión fueron muy inferiores a los costes reales, unido a que los ingresos resultaron ser muy inferiores a los esperados y a la crisis financiera de finales de 1994, llevó al gobierno a iniciar un programa de rescate que tuvo como medida inicial la reducción de los peajes. Las altas tarifas aplicadas hasta el momento debido a los cortos plazos de concesión pudieron ser una de las razones principales para explicar el bajo nivel de ingresos. La operación y mantenimiento de las carreteras continuó en manos de los mismos concesionarios, mientras que los títulos pasaron a formar parte de un Fideicomiso Maestro y quedaron respaldados tanto por los ingresos que a lo largo de dos décadas generaran las autopistas, como por una garantía del propio Gobierno Federal.

En este caso, el proceso no llegó realmente al buen fin previsto, pero aún así, los tenedores de los bonos no se vieron perjudicados por el mal funcionamiento del proyecto gracias a la intervención del Gobierno Federal.

Finalmente, en 2003 se realizó una emisión de certificados bursátiles para amortizar definitivamente la emisión de Tribasa, que obtuvo la máxima calificación de Fitch Ratings, AAA, respaldada de nuevo por los derechos de cobro de las citadas autopistas pero con la garantía al 100% de los intereses y capital de los certificados por parte de MBIA Insurance Corporation cuya póliza se rige conforme a las leyes del Estado de Nueva York. Así, quedó cerrado este proceso, que en absoluto finalizó de acuerdo a las expectativas iniciales. No obstante, cabe destacar que pese a las malas previsiones iniciales y a todos los hechos que estas desencadenaron posteriormente, la emisión de *Tribasa* no presentó incumplimientos de pago en ningún momento.

3.1.3.3.2. Ras Laffan: gas natural

Ras Laffan es un proyecto de inversión consistente en la extracción de gas natural en Qatar. En su origen estaba participado en un 70% por la empresa estatal Qatar General Petroleum Corporation y en un 30% por la norteamericana Mobil Oil.

En 1996 se planteó la financiación de este proyecto mediante la titulación. En este caso, los cobros titulizados no fueron genéricamente cobros futuros generados por la venta de gas, sino que se concretó el comprador. Los cobros cedidos fueron los que generaría la compra del gas natural por parte de la empresa estatal de Corea del Sur Korea Gas Corporation. Esta empresa se comprometió a comprar como mínimo, durante 25 años, el gas necesario para que con su pago pudiera afrontarse el servicio de la deuda emitida. Vemos que en este caso el inversor en los bonos emitidos no tenía como única garantía la expectativa de cobros futuros, ya que a ésta se añadía el compromiso por parte de una empresa estatal, de realizar las compras necesarias para generar dichos cobros.

Además, todos los cobros generados por esta transacción debían ser depositados inicialmente en un fondo creado explícitamente para la operación con sede en Nueva York y gestionado por Credit Suisse. Este hecho garantizaba definitivamente que el destino prioritario de los pagos efectuados por Korea Gas Corporation fuera el servicio de la deuda contraída.

La estructura creada permitió que los pagos de Korea Gas Corporation fueran ingresados directamente al fondo, y fuera éste quien tras atender los pagos a los bonistas, transfiriera el resto a Ras Laffan. Con todo ello se consiguió que los bonos emitidos obtuvieran una calificación superior a la de Qatar, el país donde se ubicaba el proyecto.

Observamos en este caso que los cobros futuros titulizados incorporan el atractivo adicional del compromiso de compra por parte de una empresa extranjera y además estatal, quedando los títulos emitidos vinculados al riesgo país de Corea del Sur. También es destacable el diseño del proceso en el sentido de que los cobros titulizados no los recibe el originador para transferirlos posteriormente a un

fondo, sino que éstos son vehiculados directamente hacia el fondo que además se ubica en un país distinto al del originador de la operación.

3.1.3.3.3. *Universidad de Palermo*

En 1998 la Universidad de Palermo, en Argentina, originó la creación de un “Programa Global para la emisión de Títulos de Deuda Fiduciaria” por un valor de hasta 15 millones de dólares, a fin de titularizar derechos de crédito derivados de la prestación de servicios educativos por parte de este centro privado. Estos derechos de crédito se concretaban básicamente en el importe de las matrículas anuales y los aranceles por estudios. La pretensión de esta emisión era conseguir financiación que se atendería a medida que la universidad fuera recibiendo los cobros esperados derivados de la prestación de sus servicios.

A título de ejemplo, la primera serie del programa de emisión consistió en títulos cuyo valor nominal unitario ascendió a 1 dólar. Los inversores recibirían 12 cobros semestrales, constantes, que incluían intereses y amortización del principal.

El importe de los créditos cedidos se concretó en 173.535 dólares mensuales. De esta manera, cada mes, los cobros que recibía la Universidad de Palermo debían destinarse al servicio de la deuda hasta alcanzar el importe citado. En esta emisión, la universidad cedente de los derechos de cobro sólo estaba obligada al pago si los derechos cedidos eran suficientes al efecto, es decir, en ningún caso los tenedores de los títulos podían recurrir a la Universidad de Palermo si los cobros cedidos no alcanzaban el montante suficiente para afrontar los pagos generados por la deuda emitida. Se trató pues de un proceso de titulización en sentido estricto, ya que la deuda emitida tenía como única garantía los cobros futuros cedidos y el acreedor no tenía ningún derecho sobre el originador de la operación en caso de impago.

También consideramos importante destacar que, basándose en los datos de los últimos tres ejercicios, el importe de los derechos de cobro cedidos equivalía al 13,76% de la recaudación mensual de la universidad. Así, el inversor sabía que los

cobros de la universidad debían reducirse en casi un 90% respecto a los anteriores ejercicios para que su deuda no fuera atendida, ya que como comentamos, se consideraba que los cobros titulizados eran los primeros que obtenía mensualmente la universidad.

3.1.3.3.4. *Pakistan Telecommunications Company Limited (PTCL): prestación de servicios telefónicos*

En 1997, PTCL realizó una emisión de bonos por valor de 250 millones de dólares respaldados por los cobros futuros en dólares por los servicios telefónicos prestados a AT&T, British Telecom, Deutsche Telekom MCI, Sprint y Mercury Telecommunications, derivados de las llamadas internacionales. PTCL estaba participada en un 88% por el gobierno paquistaní, y aún así, la emisión alcanzó un *rating* superior al asignado a este país. En este caso, la compañía paquistaní consigue financiarse a costes muy inferiores a los que soportaría si emitiera títulos ordinarios, ya que en realidad el inversor compra cobros futuros en dólares que generan empresas reconocidas a nivel internacional.

Los cobros futuros titulizados alcanzaban alrededor de un 30% de los cobros futuros esperados de las compañías implicadas en la operación. Ésta es una garantía adicional para el inversor, ya que el volumen de negocio generado por estos servicios telefónicos debería disminuir muy significativamente para que se vieran afectados los cobros titulizados.

Este tipo de operaciones son típicas de países emergentes, siendo una de las principales pretensiones de las empresas originadoras superar la calificación asignada al país al que pertenecen. Pese a la existencia de numerosos casos en que las empresas originadoras han sufrido repetidas crisis de solvencia y liquidez, no ha habido incumplimientos en títulos calificados de entidades de países en desarrollo respaldados por derechos de cobro futuros similares al caso que exponemos. Concretamente, y respecto a esta cesión de cobros futuros de PTCL, los títulos no presentaron problemas de solvencia, ni siquiera en el momento en que se dieron incumplimientos selectivos de los pagos de la deuda soberana paquistaní.

3.1.3.4. El incipiente desarrollo de la titulación de infraestructuras y servicios públicos en Europa

Las primeras operaciones de titulación de infraestructuras y servicios públicos originadas en Europa datan de 1998. Ese año se titularon en el Reino Unido cobros generados por áreas de servicio de autopistas (Roadchef Finance Ltd. y Welcome Break Finance PLC). En 1999, también en el Reino Unido, se emiten los primeros bonos de titulación europeos respaldados por cobros generados por el transporte aéreo y ferroviario (City Aviation Finance Ltd. y West Coast Train Finance PLC). Desde entonces, el Reino Unido no ha sido únicamente el país pionero en la titulación de este tipo de proyectos en Europa; sino que además, la práctica totalidad de las operaciones europeas de titulación de infraestructuras y servicios públicos que se han llevado a cabo en el continente, tienen su origen en este país. Según Standard & Poor's, esta tendencia podría explicarse por el hecho de que la legislación británica es altamente favorable a los acreedores de deuda.⁵⁷

Respecto a la tipología de los cobros futuros derivados de infraestructuras y servicios públicos titulados en Europa, éstos están relacionados en su mayor parte con el sector de los transportes y con la provisión de agua. No obstante también se han titulado cobros derivados de telecomunicaciones en Alemania o del sector sanitario (hospitales y residencias) en el Reino Unido.

La titulación de cobros generados por el suministro de agua acapara el mayor volumen de emisiones británicas y los mayores vencimientos de éstas. Se trata de un sector cuyos cobros son altamente previsibles, los originadores suelen operar como monopolios y además ofrecen un producto esencial; creando todo ello las condiciones propicias para que las primeras titulaciones relacionadas con infraestructuras y servicios públicos de un país, se den en este sector. Entre las operaciones realizadas en el Reino Unido destacamos la de Artesian Finance, realizada en 2002 y que obtuvo un *rating* AAA, en la que los cobros titulados no provienen de un único originador, sino que son los que generarán cuatro compañías de agua.

⁵⁷ Véase STANDARD & POOR'S (2003a).

En el ámbito de los transportes, el otro colateral predominante, en el Reino Unido se han titulado cobros derivados del transporte ferroviario, aéreo y marítimo. En Italia, Aeroporti di Roma S.p.A., también originó una operación de titulación en 2003. De las operaciones originadas en el Reino Unido en este sector, destacan dos operaciones distintas pero vinculadas ambas al metro de Londres realizadas también en 2003: Metronet Rail BCV Finance PLC y Metronet Rail SSL Finance PLC, cuyo importe global se eleva muy por encima del resto de emisiones de titulación de infraestructuras europeas: 2.650 millones de libras que incluyen una combinación de titulación y project financing.

En este caso, Metronet BCV y Metronet SSL tienen concesiones para la gestión de las infraestructuras de London Underground Limited por un período de 30 años. La concesión de Metronet BCV consiste en la gestión y mantenimiento de las líneas de Bakerloo, Central, Victoria y Waterloo & City, incluyendo trenes y estaciones. Metronet SSL gestiona District, Circle, Metropolitan, Hammersmith & City y East London incluyendo también trenes y estaciones. Aunque se instrumentaran operaciones distintas, Metronet BCV y Metronet SSL son propiedad al 100% de una única compañía, Metronet Rail SSL Holdings Ltd. Así, ambas operaciones se estructuraron de forma similar: la deuda emitida deberá afrontarse con los cobros que estas sociedades concesionarias reciben de Transport for London, cuyos pagos están garantizados a su vez por la Secretary of State for Transport. De esta manera, los cobros a recibir por las concesionarias no quedan expuestos al riesgo derivado del volumen de pasajeros del metro ni a sus tarifas; prestan sus servicios directamente a Transport for London que es quien corre a cargo de su remuneración. Las dos operaciones realizadas incluyen sendos préstamos de 810 millones de libras y estructurados a través de project financing; y la emisión de bonos de titulación. En ambas operaciones las emisiones de bonos ascienden a 515 millones de libras cada una, vencen en 2032, y consiguieron un *rating* AAA por la garantía que ofrecen en el pago de intereses y principal Ambac Assurance UK Ltd. y Financial Security Assurance (UK) Ltd.

3.2. TITULIZACIÓN DE PEAJES DE AUTOPISTA

3.2.1. INTRODUCCIÓN

Ante las nuevas posibilidades de financiación que surgieron a raíz del RD 926/1998, uno de los sectores que podría verse favorecido es el de las autopistas de peaje, ya que la ley establece explícitamente la posibilidad de que se titulicen sus derechos de cobro. Tal y como analizamos en el Capítulo 1, existen múltiples modalidades de financiación, construcción, gestión y pago para el desarrollo de las infraestructuras de transporte por carretera, y muchas de estas modalidades son compatibles con la titulación.

Las autopistas, tal y como ya comentamos también en el primer capítulo, suelen caracterizarse por requerir una importante inversión inicial, y por un amplio plazo de generación de renta derivado de su elevado plazo de obsolescencia funcional y económica. Estas dos características, con el correspondiente riesgo asociado a ellas, pueden dificultar la obtención de financiación que se adapte a las peculiaridades de los flujos de caja generados por este tipo de inversiones.

La mayor oferta de financiación, tanto en términos cuantitativos como de adaptabilidad a los flujos de la inversión, la hallaremos indiscutiblemente en los mercados financieros, y una buena manera de acceder a éstos sin intermediación puede ser la titulación de cobros futuros, en este caso, más concretamente, de peajes futuros.

No obstante, cabe señalar que la titulación originada por proyectos de autopistas no tiene por qué ceñirse a los peajes pagados por los usuarios de éstas, también puede abarcar los cobros generados por los servicios adicionales prestados por las autopistas en las áreas de servicio colindantes.

La titulación de peajes de autopista también puede ser un buen instrumento para que el promotor del proyecto pueda aislar parte del riesgo que este implica, y a su vez, desde el punto de vista de los compradores de los títulos que se emitan, la titulación les permite centrar su atención en el riesgo asociado a los cobros titulizados independientemente del resto de la empresa originadora. Como en el resto de procesos de titulación, los mecanismos de mejora crediticia aplicados condicionarían la calificación final de los títulos emitidos.

La cesión de los cobros futuros que generaría el proyecto, supondría la titulación de derechos de cobro futuros que contempla el RD 926/1998, condicionándola a que se conozca o pueda preverse su magnitud aunque no figuren en el activo del cedente.

A continuación presentamos un resumen de las fases mediante las que podría estructurarse un proceso de titulación de los cobros generados por autopistas de peaje. En posteriores epígrafes desarrollaremos las que consideramos más complejas y decisivas para alcanzar el buen fin del proceso de titulación.

Así, la estructuración del proceso de titulación originado por proyectos de autopistas de peaje abarcaría diferentes fases:⁵⁸

- Selección de la cartera: Tras plantearse la opción de financiarse mediante la titulación de cobros futuros, el originador debe plantearse que tipo de cobros titula y en qué proporción. En el caso de las autopistas de peaje, los cobros titulizados suelen ser los propios peajes, entendidos como la contraprestación en dinero a percibir por el concesionario de los usuarios de la autopista en pago de su utilización. Su cuantía vendrá determinada, con carácter general, por la aplicación de las tarifas al recorrido efectivo realizado por el usuario. La estimación de estos ingresos, cuya fiabilidad constituye una variable decisiva para el buen fin del proceso, se obtiene del producto entre el peaje a pagar y la Intensidad Media Diaria (IMD)⁵⁹

⁵⁸ FRANCO et al (1998).

⁵⁹ La IMD de una autopista consiste en el número total de vehículos que pasan durante un año por una sección transversal de la vía, dividido por el número de días del año. Ésta se obtiene a partir de recuentos periódicos, automáticos o manuales, del número de vehículos que pasan por la vía durante todo el día.

prevista de tráfico de vehículos en la carretera en cuestión. En epígrafes siguientes ahondaremos en la elaboración de estas estimaciones. También pueden titularse, como habíamos apuntado con anterioridad, los ingresos procedentes de la explotación de las áreas de servicio de la autopista. Una vez realizadas las previsiones de cobros por peajes u otros servicios prestados, otra decisión determinante será la proporción de estos cobros futuros previstos que se titulará. Cuanto mayor sea este porcentaje a aplicar sobre el montante total de cobros futuros previstos, más arriesgada será la posición del bonista y cobrará, si cabe, más importancia la credibilidad de las previsiones.

- **Análisis y gestión de riesgos:** De ello dependerá la calificación final de los bonos a emitir y consecuentemente su rentabilidad. Por tanto, es un factor clave para la determinación del coste de la financiación que supondrá el proceso de titulación. Aunque desarrollaremos los aspectos relacionados con el riesgo más adelante, queremos remarcar que este análisis y gestión consistirán en la cuantificación del alcance de los riesgos y la probabilidad de que acontezcan, y el establecimiento de los mecanismos de cobertura que se consideren oportunos.

- **Estructura financiera:** En esta fase, y en función de los resultados obtenidos en las dos anteriores, se tomarían todas las decisiones referentes a los mecanismos de mejora crediticia a aplicar, tanto internos como externos. Entre los internos, cabe destacar el diseño del pasivo del fondo de titulación, las características de los títulos a emitir, la estructura de sus vencimientos, los tramos a emitir, etc.

- **Estructuración jurídica:** A esta fase corresponde la elaboración de toda la documentación legal asociada a la operación: folleto de emisión, documentación societaria, documentación de las funciones y firma de contratos con todas las entidades financieras o no que intervengan en la operación, etc.

- Otros requisitos: La titulación de los cobros generados por autopistas de peaje también implicará la calificación de los bonos, verificación y registro en la CNMV en el caso español, y la administración e información hasta la extinción del fondo de titulación sobre los cobros titulizados.

En los siguientes epígrafes, tras la concreción de los posibles originadores de este tipo de operaciones en España, desarrollaremos más exhaustivamente las variables de que dependerán las previsiones de cobros futuros y el análisis y gestión de riesgos incluyendo los mecanismos de mejora crediticia aplicables.

3.2.2. EL ORIGINADOR: SOCIEDADES CONCESIONARIAS O ADMINISTRACIÓN PÚBLICA

Como ya hemos comentado, en la titulación de activos o derechos de cobro derivados de infraestructuras, el originador de la operación puede ser una sociedad concesionaria de infraestructuras o la misma administración pública, en función de quien sea el acreedor de los derechos de cobro que pueda generar el proyecto. Al desarrollar la titulación de infraestructuras, comentamos diversos casos con ambas tipologías de originadores.

A continuación estudiaremos la aplicabilidad para la financiación de autopistas españolas de las dos alternativas.

3.2.2.1. La titulación de peajes de autopista por parte de sociedades concesionarias privadas

Tradicionalmente, en el repertorio de instrumentos que articulan la colaboración entre los poderes públicos y el sector privado, presenta una especial significación la institución de la concesión. En este epígrafe desarrollamos las posibilidades que una sociedad concesionaria de autopistas que opere en España tendría para utilizar la titulación como instrumento para financiarse. En este caso, la sociedad concesionaria de autopistas, compromete parte de sus ingresos futuros

cediéndolos para el pago del servicio de la deuda emitida con estos como respaldo.

La Ley 13/2003, de 23 de mayo, reguladora del contrato de concesión de obras públicas, contempla y regula la titulación en relación con las sociedades concesionarias de infraestructuras en España de forma similar a como se ha venido regulando y aplicando en otros países hasta el momento. Esta Ley pretende dotar al sistema de la necesaria seguridad jurídica de manera que se eliminen incertidumbres y se potencie la competencia y eficiencia. Su fin último sería hacer más atractiva la participación privada en la financiación y gestión de las obras públicas.

Tal y como se recoge en su exposición de motivos, la Ley 13/2003 tiene por objetivo recuperar los rasgos que definen la figura de la concesión de obras públicas, si bien ajustando los poderes públicos al modelo administrativo y social de nuestros días, es decir, haciendo útil de nuevo la institución, en función de sus características esenciales, en todos los campos en que está llamada a operar.

Para ello, el núcleo de la Ley se establece alrededor de cuatro conceptos que caracterizan la figura de la concesión: obra pública, riesgo concesional, equilibrio económico de la concesión y, el que centra nuestro interés, diversificación de la financiación.

Respecto a esta diversificación de las fuentes de financiación, se pretende que la concesión sea más atractiva para el capital privado introduciendo un régimen regulador llamado a evitar la congelación de la inversión que se realice.

Así, la Ley establece que la concesión, como bien jurídico, se integrará plenamente en el tráfico mercantil desde el momento de la perfección del contrato, pudiendo ser objeto de cesión e hipoteca.

Asimismo, en esta Ley, se establecen tres modalidades para la financiación y construcción de obras públicas:

- a) Construcción mediante un contrato administrativo de obras, con financiación de una o varias Administraciones Públicas en función de la finalidad de las obras y, eventualmente, ayudas de los fondos de la Unión Europea.
- b) Construcción mediante un contrato administrativo de obra bajo la modalidad de abono total del precio, es decir, con financiación previa del contratista y pago aplazado por parte de la Administración, de conformidad con lo establecido en el artículo 147 de la Ley 13/96, de 30 de diciembre, de Medidas Fiscales, Administrativas y del Orden Social.
- c) Construcción y explotación de la obra pública en régimen de concesión, confiriendo el protagonismo principal, bajo la tutela y control de la Administración, a la iniciativa y capital privados, opción esta en la que queda incluida la variedad del contrato de concesión que incorpora la obligación adicional para el concesionario de construir una obra u obras diferenciadas de la que es objeto de concesión, pero vinculadas a ella.

La Ley se centra en esta tercera modalidad, y entre otros aspectos, pretende facilitar la apertura de la sociedad concesionaria al mercado de capitales. Para ello especifica que este acceso no tiene porque darse sólo mediante los medios convencionales, esto es, la emisión de obligaciones, bonos u otros títulos semejantes,⁶⁰ sino a través de la titulación de los derechos de crédito vinculados a la explotación de la obra, titulación que podrá referirse, en su caso, a los que correspondan a las zonas complementarias de la concesión de carácter comercial.

En concreto, en el capítulo IV dedicado a la financiación privada, se regulan las posibilidades de emisión de títulos, la hipoteca de la concesión, y los créditos participativos. Y respecto a la emisión de títulos distingue entre las obligaciones, bonos u otros títulos semejantes y la incorporación a títulos negociables de los derechos de crédito del concesionario, siendo esta última alternativa la que analizamos a continuación.

⁶⁰ Incluso con la posibilidad de contar con el aval público si los intereses generales así lo aconsejaren.

El artículo 254, sobre la *Incorporación a títulos negociables de los derechos de crédito del concesionario*, establece que:

Podrán emitirse valores que representen una participación en uno o varios de los derechos de crédito a favor del concesionario consistentes en el derecho al cobro de las tarifas, los ingresos que pueda obtener por la explotación de los elementos comerciales relacionados con la concesión, así como los que correspondan a las aportaciones que, en su caso, deba realizar la Administración.

Así queda abierta la posibilidad de titularizar, en el caso de una autopista, tanto los peajes propiamente, como cualquier otro cobro derivado de los servicios adicionales que administre la concesionaria o los cobros que puedan generar posibles aportaciones pactadas con la administración.

Se establece que los títulos emitidos pueden representarse en títulos o en anotaciones en cuenta, y se deja en manos de la concesionaria la posibilidad de realizar más de una emisión y también el número de ejercicios a que correspondan finalmente los cobros futuros comprometidos. Las características de las emisiones deberán constar en las memorias anuales de las sociedades que las realicen.

En caso de quiebra del concesionario, los créditos incorporados a estos valores negociables tendrán el carácter de separables y los tenedores de los valores ocuparán el mismo lugar en la prelación que el acreedor hipotecario con respecto a los créditos incorporados.

La ley también regula la posibilidad que se produzca causa de resolución⁶¹ de la concesión imputable al concesionario sin que los acreedores hayan obtenido el reembolso correspondiente a sus títulos. En este caso, la administración concedente podrá acordar el secuestro de la concesión a los únicos efectos de satisfacer los derechos de los acreedores sin que el concesionario pueda percibir ingreso alguno, o bien resolver la concesión, acordando con el representante de los acreedores la cuantía de la deuda y las condiciones en que deberá ser amortizada.

Respecto al plazo de las concesiones, la ley distingue entre concesiones de construcción y explotación, cuyo plazo máximo es de 40 años, y concesiones únicamente de explotación, donde deberá justificarse expresamente el establecimiento de un plazo superior a 15 años, sin que pueda exceder, en cualquier caso, de 20. No obstante, se establece que estos plazos podrán ser prorrogados excepcionalmente, para satisfacer los derechos de los acreedores en el caso en que los derechos de crédito del concesionario hayan sido objeto de titulación. Concretamente, hasta los 60 años en el caso de concesiones de construcción y explotación; y hasta los 25 en el de concesiones únicamente de explotación.

En definitiva, vemos que la pretensión de hacer más atractiva la participación privada en la financiación y gestión de las obras públicas puede haberse conseguido con esta nueva regulación, aunque con matices. Realmente, los bonos de titulación que puedan emitirse serán títulos muy atractivos para el inversor privado, pero desde el punto de vista de asunción de riesgos por parte de la concesionaria y de la consecución de una financiación privada desvinculada totalmente de la protección de la administración pública, esta nueva ley de concesiones no ha supuesto grandes avances.

⁶¹ *Las causas de resolución se establecen en el artículo 264 de la misma Ley y pueden ser, entre otras, la declaración de quiebra o suspensión de pagos de la concesionaria, mutuo acuerdo entre concedente y concesionario, el rescate por parte del órgano contratante, o la supresión de la explotación por razones de interés público.*

3.2.2.2. La administración pública como originadora de la titulación de peajes de autopista

En este caso, nos planteamos la titulación de cobros futuros derivados de peajes de autopista cuando la financiación del proyecto no depende de una sociedad concesionaria sino que corre a cargo de la administración pública. Los títulos emitidos bajo este supuesto no diferirían en lo esencial de los *Revenue Bonds* americanos descritos con anterioridad.

Nos basamos en Trujillo (1998) y Trujillo *et al* (1998)⁶², que proponen un modelo con la participación del sector público, sin que ello suponga un obstáculo para adaptarlo sin la esponsorización de la administración. Su propuesta parte de la base que la fórmula de concesión, cuando la obligación de construir y financiar corre a cargo del adjudicatario, da lugar a ineficiencias que tienen su origen en la incertidumbre que conlleva este tipo de proyectos: cuando el proyecto lleva asociado una alta incertidumbre, y el tamaño relativo de los ingresos esperados es reducido respecto al monto de la inversión inicial, el riesgo de los contratos de concesión da lugar a plazos de la concesión excesivamente largos y precios del servicio muy altos.

Según estos autores, un nivel de precios forzado al alza para compensar la existencia de una prima de riesgo elevada, puede ser la causa del fracaso del proyecto si la demanda del servicio difiere significativamente de los valores estimados. Además, la opción de alargar el plazo de la concesión tiene escaso efecto sobre el valor del proyecto, dadas las elevadas tasas de descuento aplicadas a los flujos, y ello lleva a los concesionarios a reclamar plazos extremadamente largos. Así, el proyecto oculta una posible "bolsa" de rentabilidad que se manifestará cuando con el transcurso de la concesión, se vaya reduciendo el nivel de incertidumbre.

La consecuencia de la incertidumbre en que se negocian precios y plazos es un alto riesgo de renegociación de los contratos de concesión. Pero este riesgo de renegociación tiene un sesgo a favor del concesionario. Es más probable que éste

⁶² Véase TRUJILLO (1998) y TRUJILLO *et al.* (1998).

reclame cambios en las condiciones cuando el proyecto le es desfavorable, a que lo haga el gobierno cuando aparecen las “bolsas” de rentabilidad. El gobierno difícilmente podrá permitirse la interrupción del servicio público que presta la concesionaria, y políticamente, no será muy costoso para el gobierno de turno alargar unos años el plazo de la concesión.

En realidad, el sector privado no asume los niveles de riesgo que deduciríamos del contrato de concesión, mientras que determinados riesgos comerciales permanecerán en el sector público, a quien en última instancia retorna el proyecto fracasado.

Si la financiación del proyecto no corre a cargo de la concesionaria, el contrato de gestión puede ser firmado a plazo más corto y disfrutar de la flexibilidad que aporta su periódica renegociación. Además, se favorece el aumento de la competencia en la subasta de la concesión, ya que si esta no incluye la financiación, desaparecen las barreras que para muchos posibles competidores suponen los altos volúmenes de inversión y riesgos asociados al proyecto. También aumentará la competencia si las actividades se adjudican separadamente y no como un todo.

Es por todo ello que Trujillo (1998) plantea la posibilidad de que la financiación quede en manos de la Administración Pública que a su vez sea la originadora de la titulación, con el resto de actividades de la autopista cedidas al sector privado.

La titulación de infraestructuras puede estructurarse partiendo de un líder del proceso en el que podría concretarse la participación del sector público. Su primera función sería la de identificar el proyecto en cuestión y proponer a una agencia pública o privada que lo iniciara.⁶³ Esta agencia sería la encargada de promover la constitución del fondo de titulación y de contratar la construcción, gestión, etc.

⁶³ El proyecto puede desarrollarlo la propia Administración o utilizar una agencia especializada que en el caso español y si se tratara de la financiación de autopistas podría ser la Gestora de infraestructuras Ferroviarias, dependiente de la Administración Central, o GISA, de la Generalitat de Catalunya.

La agencia se encarga de iniciar el proyecto con la ejecución de los correspondientes estudios de viabilidad económica y financiera, repercusiones medioambientales, etc. Si el proyecto se considera viable, se establecen las concesiones para su construcción, mantenimiento y gestión y se procede a la creación de un vehículo, el fondo de titulación, que suministrará la financiación.

El modelo propuesto de financiación con titulación, parte del desdoblamiento del peaje en dos componentes. Uno, se destinará a cubrir los gastos de gestión y mantenimiento, y el resto a la financiación. Así, la financiación necesaria para la construcción de la infraestructura se conseguiría con la cesión de esta segunda componente de los peajes a un fondo de titulación, pero la cesión sería de carácter indefinido, hasta que el fondo hubiera cubierto totalmente las obligaciones de su deuda. Este planteamiento seguiría un esquema similar al diseñado para la titulación de la moratoria nuclear.

Mediante la titulación podemos conseguir un procedimiento de desarrollo de infraestructuras que satisfaga las siguientes premisas:

- ❑ La no utilización de recursos públicos.
- ❑ La cesión a la iniciativa privada sólo de aquellas actividades en las que su intervención suponga una mejora de eficiencia.
- ❑ La posibilidad de que las distintas actividades que puedan llevarse a cabo en la autopista se adjudiquen separadamente y no como un todo, siempre que ello conlleve una mayor eficiencia.

Como decíamos, se desdoblaría el peaje en una componente correspondiente a la gestión y mantenimiento, y el resto correspondería a la financiación. Este resto será cedido con carácter indefinido al fondo de titulación, ya que si no, limitaríamos su capacidad e incrementaríamos la incertidumbre sobre su valor. El fondo, captará del mercado la financiación necesaria para la inversión (diseño, expropiaciones, construcción, etc.) utilizando como garantía los peajes cedidos.

El horizonte del fondo queda abierto y su liquidación final se asocia al término de las obligaciones contraídas, tanto de financiación como de gastos de gestión del fondo. El carácter indefinido de la recepción de los ingresos por parte del fondo facilita la viabilidad del proyecto por su horizonte ilimitado.

Si un proyecto requiere apoyo público por ser insuficientes los ingresos esperados, sería aconsejable que éste se brindara al constituirse el fondo, mediante aportaciones iniciales, suscripción de deuda subordinada o proporcionando garantías. Así, el apoyo repercute directamente en el usuario, y para la administración será más sencillo recuperar sus aportaciones si finalmente se demuestran innecesarias.

Conseguimos reducir la incertidumbre en la contratación de la construcción y de la gestión, aislándolas de la financiación, con lo que pueden reducirse los plazos y los riesgos de renegociación. También se flexibiliza la política de precios, estructurando el fondo de manera que pueda absorber cierta flexibilidad en los ingresos sin afectar significativamente a sus costes de financiación.

El principio de equidad también gana con este planteamiento, ya que la titulización permite alargar el plazo de la financiación acercándolo al de la obsolescencia económica de la infraestructura, repartiéndose la carga financiera entre generaciones de manera más justa. Las posibles fluctuaciones de los tipos de interés se traduciría en modificaciones en la vida del fondo, por lo que sus efectos, positivos o negativos, se trasladarían directamente a los usuarios, modificando el plazo en que estos deben contribuir a la financiación.

También existe la posibilidad de agrupar los ingresos de distintos proyectos en un único fondo de titulización, con las consecuentes economías de escala financieras. Se beneficiarían de unos menores costes fijos, la diversificación de riesgos y sus consecuencias, y de las ventajas de acceder a los mercados de capital con emisiones de mayor volumen.

La calidad crediticia de los bonos emitidos sería probablemente inmejorable, y para ello nos remitimos de nuevo a la titulación de los derechos de la moratoria nuclear comentada en el epígrafe 2.2.1.6.

3.2.3. PREVISIÓN DE INGRESOS Y COSTES

En la titulación de peajes de autopista, la primera fase del proceso consiste en la decisión del volumen de cobros futuros que se cederán a un fondo de titulación para obtener la consiguiente financiación derivada de la cesión.

Para poder decidir el importe de cobros futuros que se titularán deberán estimarse en un primer estadio, los ingresos y costes que generará la infraestructura. El originador deberá tener en cuenta que cuanto mayor sea la proporción de cobros futuros titulizados más riesgo se asociará a los bonos emitidos. Por otro lado, no debemos olvidar los costes, ya que el montante de ingresos que finalmente obtendrá el originador tras deducir de los cobros totales los que haya titulado, deben permitirle afrontar todos los costes asociados a la autopista en cuestión.

Respecto a los ingresos por peajes que generará el proyecto, ya comentamos que su cuantía vendrá determinada, con carácter general, por la aplicación de las tarifas al recorrido efectivo realizado por el usuario. La estimación de estos ingresos, cuya fiabilidad constituye una variable decisiva para el buen fin del proceso, se obtiene del producto entre el peaje a pagar por cada vehículo y la Intensidad Media Diaria (IMD) prevista. Los costes para el concesionario son los que se derivan de las acciones de construcción de una nueva infraestructura, o rehabilitación de una ya existente, en el momento inicial de la inversión, y posteriormente, los que se generan con las acciones de mantenimiento y administración, y que podemos denominar como costes de explotación.

Queremos precisar que el análisis que realizamos tanto de estas previsiones como posteriormente al evaluar la potencialidad del proyecto en cuestión considerando la titulación como fuente de financiación, es estrictamente financiero. Existen

otros procedimientos destinados a la evaluación de proyectos de inversión en autopistas en los que la aproximación es diferente. En éstos, a parte de considerar los ingresos que generarán los peajes o los costes derivados de la construcción de la autopista, se tienen en cuenta otras variables como el beneficio que el proyecto puede aportar a sus usuarios en términos de tiempo o disminución del número de accidentes, el coste de oportunidad que supone realizar un proyecto frente a otras alternativas, externalidades positivas y negativas, etc. Nos referimos al análisis coste-beneficio, donde no se comparan ingresos con costes sino beneficios sociales con costes sociales.

Aunque en nuestro caso y dadas nuestras pretensiones sólo nos centremos en la vertiente financiera del proyecto, no queremos dejar de mencionar que el análisis coste beneficio debería ser siempre el paso previo a realizar antes de llevar a cabo cualquier proyecto de inversión, especialmente en el ámbito de las infraestructuras, ya que éste análisis incluye todos los efectos significativos del proyecto, con independencia de quienes sean los que se beneficien o perjudiquen, siendo pues una evaluación del proyecto no sólo privada sino también social.⁶⁴

3.2.3.1. Previsión de los ingresos generados por los peajes de autopista

Cuando nos planteamos titular los ingresos generados por un proyecto de autopistas de peaje, los ingresos que automáticamente focalizan nuestra atención son los derivados propiamente del cobro de estos peajes. A continuación planteamos las pautas en que suelen basarse las previsiones de estos ingresos. No obstante, ya comentamos que la titulación de proyectos de autopistas no tiene porqué ceñirse a los ingresos que generan los peajes; los cobros derivados de la explotación de elementos comerciales relacionados con la concesión también son susceptibles de titulación. En estos casos, tanto las previsiones de ingresos como las de gastos deberían hacerse extensibles a los cobros y pagos generados por la explotación de áreas de servicio (restaurantes, hoteles, gasolineras, etc.), el alquiler de soportes publicitarios, etc.

⁶⁴ Dos textos de autores españoles que desarrollan ampliamente este análisis son el que puede considerarse ya un clásico de ALBI (1976) o el más reciente DE RUS (2001).

Así, centrándonos en la previsión de los ingresos generados estrictamente por el uso de la autopista, éstos se obtienen del producto entre el peaje a pagar por cada vehículo y el número de vehículos que transitan por ésta. Entonces, el estudio del valor que finalmente tomarán estas dos variables será la base de la previsión de los ingresos a generar por el proyecto.

Respecto al importe del peaje a pagar por cada usuario, a menudo, como en el caso español, se tratará de un importe altamente regulado. De no ser así, en el caso que la fijación de los peajes fuera totalmente libre, debería hacerse especial hincapié en el estudio de la elasticidad de la demanda respecto al precio para determinar el nivel de los peajes más conveniente. Por otro lado, la IMD, el nivel de usuarios de la autopista, dependerá, además del precio que determina el peaje, de múltiples variables económicas, sociales e incluso culturales. Sobre todo ello mostramos a continuación algunas pautas y directrices con el objetivo final de facilitar la consecución de una previsión fiable de los ingresos que a lo largo del tiempo puede generar un proyecto de construcción o rehabilitación, o simplemente, explotación de autopista de peaje.

En 1990, el Servicio de Planeamiento del Ministerio de Fomento del gobierno español, publicó una serie de recomendaciones para determinar la viabilidad de proyectos de carreteras.⁶⁵ Entre estas recomendaciones, se establecían una serie de pautas para la previsión de ingresos y costes que generaría el proyecto. En este epígrafe consideraremos las correspondientes a los ingresos, y en el siguiente trataremos las relacionadas con los gastos.

Aunque estas recomendaciones consideraban los proyectos de carreteras desde el punto de vista del inversor público, las pautas dictadas para este tipo de inversores pueden también ser útiles al inversor privado.

Nuestro interés radica, en una primera fase, en la previsión de los ingresos que generaría el proyecto de inversión consistente en la construcción de una nueva autopista, o la rehabilitación de una ya existente. Existen muchas variables que condicionarán la magnitud que finalmente corresponda a estos ingresos. En el

⁶⁵ Véase MINISTERIO DE FOMENTO (1990).

caso de la construcción de una autopista nueva, la capacidad de ésta condicionará el número máximo de usuarios que podrán utilizarla durante un período de tiempo y por tanto, sus posibilidades de generación de cobros. A su vez, esta capacidad se establecerá en función de la predicción de la demanda.

En cualquier caso, existe un amplio consenso en que el acierto en la predicción del tráfico será determinante para la fiabilidad del estudio de rentabilidad de un proyecto de este tipo y, en relación a la titulación, condicionará claramente el éxito del proceso.

Las recomendaciones realizadas por el Servicio de Planeamiento⁶⁶ pueden marcar las pautas a seguir para realizar estas predicciones de la demanda de tráfico. Para ello, establece que debe considerarse el tráfico *normal* más el *atraído* de otros modos de transporte y el *generado* por la nueva actuación. Debe estudiarse la zona de afección, que recoge los tráficos que pertenecen al mismo corredor que el del proyecto. Si realizamos encuestas origen-destino en el corredor, conoceremos la distribución del tráfico y podremos plantearnos posibles reasignaciones.

La Dirección General de Carreteras realiza previsiones de tráfico que facilitan la elaboración de hipótesis de tráfico futuro de acuerdo con las pautas de comportamiento actuales. Se estiman unas curvas del crecimiento del tráfico, teniendo en cuenta variables como el crecimiento del PIB, población total, población en edad de conducir, población con carnet de conducir, recorrido anual por tipo de vehículo, motorización en función de la renta, etc. Las previsiones de crecimiento de tráfico total interurbano en la red de carreteras del estado obtenidas por este servicio se han elaborado de momento hasta el año 2020.

También es importante la estimación de la estructura horaria del tráfico para la posterior obtención de costes de funcionamiento. El Servicio de Planeamiento ofrece las posibles pautas a seguir para realizar esta estimación, basándose en los datos que proporcionan las estaciones permanentes de aforos de carreteras. Debe buscarse una estación permanente de aforos afín a la zona del proyecto y de ahí utilizar la distribución horaria del día medio, la distribución diaria de la semana

⁶⁶ Véase MINISTERIO DE FOMENTO (1990).

media, la distribución semanal del tráfico a lo largo del año, y la intensidad media diaria del año base de estudio.

Agencias de calificación como *Moody's Investors Service*⁶⁷ o *Standard & Poor's*⁶⁸ también han publicado numerosos estudios donde realizan recomendaciones sobre las variables a tener en cuenta para realizar una buena previsión de ingresos futuros en los proyectos de autopistas de peaje. Según estas agencias, una variable que también condiciona en gran medida los ingresos futuros es el perfil de los usuarios potenciales de la vía así como sus características socioeconómicas, para intentar determinar la elasticidad precio de esta demanda potencial. Deben estimarse el perfil de vehículos que van a usar la vía y el móvil de estos viajeros.

El nivel de renta de la población del área de influencia será determinante para el éxito de la autopista, ya que la predisposición de los usuarios potenciales al pago de peajes depende en gran medida de su nivel de ingresos. No obstante, hay que tener en cuenta que la relación entre el nivel de renta y la predisposición al pago de peajes puede diferir sustancialmente en función del país en que situemos el proyecto. En países con un estado de bienestar que ofrezca amplias coberturas y con gran tradición del sector público en la provisión de servicios de este tipo, es de esperar que la predisposición al pago de peajes sea menor.

También será necesario estudiar el perfil de los usuarios potenciales, si su tipología es comercial o vacacional y en qué proporción, la evolución temporal que pueda tener esta tipología, etc.

En los países en vías de desarrollo debe examinarse la tendencia en la penetración del coche particular. Si la tasa de compra de vehículos para el uso privado es creciente, aumentará el uso de las vías de transporte terrestre por carretera. Así, cuando se trate de proyectos vinculados a países en vías de desarrollo, es importante tener en cuenta el nivel de uso del automóvil, e incluso, si existe un parque de vehículos suficiente.

⁶⁷ Véase *MOODY'S* (1998) y (2000).

⁶⁸ Véase *STANDARD & POOR'S* (2001a), (2001b) y (2002a).

La localización del proyecto también será una variable decisiva para su éxito. Deberá analizarse si se trata de una vía principal, un cinturón, una alternativa a vías congestionadas, una vía que pretende estimular el desarrollo de una zona, un túnel o un puente, etc. La conexión directa con otras vías principales será otro factor clave. El nivel de tráfico esperado también dependerá en gran medida de las condiciones económicas de la zona. El potencial y la diversidad económica de la zona en que se ubica el proyecto, su nivel de riqueza - que pueden conocerse a través de indicadores como el nivel de renta, empleo, educación, etc. - podrán condicionar el éxito del proyecto. Una economía solvente y en expansión asegura un tráfico comercial alto, mientras que un alto nivel de renta en la población de la zona, fomentaría el tráfico relacionado con el ocio, el discrecional.

Debemos plantearnos si existen alternativas, funcionando o en perspectiva, que supongan un grado significativo de competencia. La mayoría de autopistas y puentes se diseñan para reducir congestiones existentes en las vías de la zona; entonces, los primeros años, los proyectos bien diseñados no suelen tener problemas. Si en el futuro se desarrollan alternativas gratuitas el tráfico se verá afectado.

La aceptación y el uso por parte del público de una autopista de peaje está negativamente correlacionada con la presencia de rutas alternativas. Si existe una alternativa gratuita, la vía de pago puede tener problemas, a no ser que ofrezca ventajas competitivas como una disminución del trayecto a recorrer o del tiempo empleado en recorrerlo, menor congestión o mayor seguridad. Como alternativas también deben tenerse en cuenta trenes, transporte aéreo, etc.

Para evaluar las posibilidades de que aparezcan nuevas alternativas, deben examinarse los programas o planes que puedan tener los gobiernos centrales o locales, o la iniciativa privada. Si existe un buen nivel de cooperación entre el gobierno y el proyecto que se evalúa, difícilmente surgirá esta competencia.

Cuando existe competencia gratuita, justamente porque el proyecto pretende solucionar la congestión de vías alternativas, las previsiones del desplazamiento de usuarios hacia la nueva alternativa serán un buen indicador del éxito del

proyecto, especialmente si estas previsiones se perciben como conservadoras y se han realizado con rigor.

La clave de un buen análisis de la competencia, será el análisis coste-beneficio que realizarán los posibles usuarios, teniendo en cuenta el ahorro de tiempo, el aumento de accesos o la mayor seguridad, *versus* el coste que les supone usar la autopista.

Por último, debería tenerse en cuenta que las previsiones de ingresos pueden diferir significativamente para las nuevas autopistas, pendientes de construcción, respecto a las que ya estén en funcionamiento. En los proyectos de nuevas autopistas la demanda se materializará con el tiempo. En ocasiones, el proceso de atracción de los usuarios y el desarrollo de la aceptación del uso puede ser difícil y lento. Dada la mayor dificultad que en estos casos puede suponer predecir el comportamiento del consumidor, suele asumirse un crecimiento del tráfico inicial conservador, para evitar de este modo problemas de liquidez durante los primeros años de explotación del proyecto.

3.2.3.2. Previsión de gastos en los proyectos de autopistas de peaje

Como ya avanzamos, los costes que deberá soportar el concesionario son los relacionados con la construcción o rehabilitación de la autopista en el momento inicial de la inversión y posteriormente, los que se deriven del mantenimiento y administración del proyecto o costes de explotación.

Los gastos que podemos denominar de primera inversión comprenden los estudios previos a realizar, la compra de terrenos y expropiaciones, y todos los relacionados directamente con la construcción o rehabilitación del proyecto.

Respecto al coste de explotación, como ya apuntábamos, deberán preverse los costes de mantenimiento de la vía, que se concretan en los asociados a las actividades de limpieza, iluminación, señalización, reasfaltado y reparaciones ordinarias de la calzada, necesarias para el mantenimiento de las condiciones de

circulación. Los costes de mantenimiento tendrán una componente fija pero también otra variable en función del número de vehículos que utilizan la vía y de su composición. También se considerarán los costes que se deriven del personal y las instalaciones relacionados con la administración y recaudación vinculadas al funcionamiento del servicio.

Existen diversas aproximaciones respecto a todos estos costes a considerar. Desde la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento, los costes medios anuales de conservación por kilómetro y año para autovías y autopistas libres, a partir de los que podrían aproximarse los asociados a autopistas de peaje, se cifran en 2003 según los valores que mostramos en la Tabla 3.2.⁶⁹

Tabla 3.2. Costes medios anuales de conservación para autovías y autopistas libres

Tipo de carretera	Costes medios anuales de conservación (miles de €/km y año)
Media autovías y autopistas libres	19,83
Autovías urbanas (Madrid, Barcelona y Valencia)	39,6
Autovías con elevado tráfico	18,63
Carreteras convencionales	7,21

Fuente: Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento

Según de Rus *et al*,⁷⁰ en España, los gastos totales de explotación de la concesión de una carretera se sitúan en torno al 28% de los ingresos por peaje. Este autor añade que la partida más importante de los costes de explotación es el coste de personal, que se sitúa en torno al 64,8% de los costes totales de explotación.

Además de todos los costes ya mencionados, no podemos olvidar una serie de gastos a los que también se enfrentará cualquier proyecto de autopista y que también serán de nuestro interés para el análisis sobre la titulación de peajes que pretendemos realizar. Estos serán todos los gastos derivados de la amortización, provisiones, dotaciones al fondo de reversión, etc.

⁶⁹ <http://www.mfom.es/carreteras/>.

⁷⁰ DE RUS *et al* (2000).

Estas previsiones y gastos sobre las que hemos pretendido mostrar cuales son a grandes rasgos las variables y condicionantes más relevantes para su determinación, serán uno de los elementos básicos de que deberá disponer la concesionaria para decidir el importe óptimo de los cobros futuros a titular.

Una vez realizadas todas estas previsiones y en función de los objetivos del originador en términos de rentabilidad que quiera obtener de la operación, máximo coste de la titulación que esté dispuesto a soportar, u otros parámetros, deberá decidirse el montante de cobros futuros que se titulan.

3.2.4. IDENTIFICACIÓN, EVALUACIÓN Y GESTIÓN DE RIESGOS EN LOS PROCESOS DE TITULIZACIÓN DE PEAJES DE AUTOPISTA

Tal y como resumimos en el epígrafe 3.2.1. la estructuración del proceso de titulación originado por proyectos de autopistas de peaje abarcaría diferentes fases. Tras una primera fase de selección de la cartera de cobros futuros a titular, que se completaría una vez realizadas las previsiones de cobros por peajes u otros servicios prestados, apuntábamos como segunda y tercera fase del proceso el análisis y gestión de riesgos, y la aplicación de mecanismos de mejora crediticia de la emisión respectivamente.

Son estas fases las que abordaremos en este epígrafe. Se trata de una parte del proceso decisiva para el buen fin de la operación de titulación, ya que el riesgo asociado a los títulos emitidos será determinante para fijar la rentabilidad final de la emisión y el coste del proceso para el originador.

Aunque los bonos de titulación suelen llevar asociados mecanismos de mejora crediticia que pueden aumentar notablemente la calidad de los títulos, iniciaremos este estudio del riesgo con la descripción de los factores determinantes de la volatilidad de los cobros titulados, concretamente, de los peajes de autopista.

Para este análisis nos basamos en los criterios que establecen agencias de calificación como *Moody's Investors Service*⁷¹ o *Standard & Poor's*⁷² para determinar los *ratings* de las emisiones realizadas por empresas de autopistas. Nos planteamos revisar los criterios que determinarán el *rating* final de una emisión basada en los cobros futuros que generará una autopista de peaje. Veremos de qué manera puede incidir en la calificación final de los títulos el entorno político y económico en que va a desarrollarse el proyecto; sus indicadores económicos y financieros; y por último, el riesgo de construcción y funcionamiento. Posteriormente se abordarán los efectos de los mecanismos de mejora crediticia.

Respecto a la metodología empleada para valorar todos estos riesgos, se suelen realizar simulaciones de la trayectoria de los flujos de caja futuros basadas en el Método de Montecarlo. No obstante, dada la complejidad de este tipo de proyectos y las múltiples y diversas variables que inciden en el valor que finalmente tomarán los flujos de caja, las simulaciones nunca incluyen absolutamente toda la información sobre los factores de riesgo que comentaremos a continuación.

3.2.4.1. Entorno político y económico

El riesgo de cualquier proyecto de autopistas de peaje dependerá de los aspectos políticos y económicos más relevantes del país en que pretende desarrollarse la inversión.

Existe normalmente un elemento de riesgo político asociado a la financiación de estos proyectos consecuencia del hecho de que la mayoría están relacionados con infraestructuras intensivas en capital, fundamentales para el desarrollo económico y para los intereses nacionales y regionales. No hay que olvidar que las carreteras son también decisivas para la defensa y la seguridad nacional.

El entorno político y económico tiene una incidencia clara en el riesgo de los títulos que se emitan en moneda extranjera cuando esta emisión se realiza en países con

⁷¹ *MOODY'S (1998) y (2000).*

bajas calificaciones soberanas. El riesgo de impago al que están expuestos los inversores si no hay disponibilidad de moneda extranjera o si el cambio está restringido por el gobierno central hace que independientemente de la solvencia de la empresa de autopistas, o del importe de los ingresos que esta obtenga, exista un techo para su *rating* derivado de este riesgo soberano; siempre, insistimos, que el proyecto esté domiciliado en ese país y financiado con moneda extranjera.

Las condiciones relativas al entorno político y económico ideales para la viabilidad financiera de una autopista de peaje podrían resumirse en: la existencia de consenso político sobre la necesidad del proyecto; autorizaciones legales claras y contratos ejecutables; aumentos predecibles de las tasas de peaje; y transparencia en la selección del proyecto y en el proceso de desarrollo de las concesiones. Estas condiciones se dan con frecuencia en Estados Unidos, Europa Occidental, Japón y Australia; y constituyen un factor que contribuye a que las calificaciones medias asignadas a nuevos proyectos de autopistas en estos países estén generalmente por encima de aquéllas asignadas a proyectos en países en vías de desarrollo.

El análisis del entorno político y económico también suele reflejar la magnitud de las necesidades de infraestructuras del país, su historial en inversiones en infraestructuras, las limitaciones de disponibilidad de fondos, y los objetivos y presiones políticas.

Las repercusiones que puede tener en el proyecto el entorno económico y político en que se desarrolla son numerosas. La imprevisibilidad en la regulación, sistemas legales relativamente subdesarrollados o la falta de transparencia, dificultan la valoración de la corriente de ingresos futuros que si siempre es necesaria, resulta imprescindible para la titulación de estos cobros. Esta dificultad impide conocer correctamente las posibilidades reales para afrontar la deuda.

Resulta determinante la regulación respecto a la autoridad e independencia en la fijación de precios, el margen de maniobra de los responsables de la concesión

⁷² *STANDARD & POOR'S (2001a), (2001b) y (2002a).*

para aumentar los peajes. Esta libertad puede ayudar a superar presiones inflacionistas, aumentos de costes sobre los límites esperados, o un uso del proyecto inferior al previsto. Si los aumentos en los peajes están regulados, o restringidos a determinados niveles, se reduce la flexibilidad del proyecto para atender la deuda.

En China, por ejemplo, el incremento en los peajes tiene regulada su aprobación, así como en Hong Kong. En Australia, los peajes son fijos y sólo pueden aumentar en función de la inflación. En USA la mayoría de proyectos de peaje tienen autoridad y independencia para aumentar sus tarifas (sólo algunas están reguladas), y esto se refleja en los mayores *rating* conseguidos. En España, como reflejamos en su momento en el epígrafe 1.3.2. sobre las cuestiones legales relacionadas con la gestión y financiación de infraestructuras de transporte en España, la revisión de los peajes está regulada y se basa en el incremento de precios y del diferencial entre el tráfico previsto y el real de cada concesión.

3.2.4.2. Los datos económicos del proyecto

Como ya comentamos cuando abordamos la previsión de ingresos en los proyectos de autopistas de peaje, la fiabilidad de estas previsiones será una de las variables fundamentales para determinar la calificación de los bonos de titulación respaldados por estos cobros futuros. Con los datos económicos nos referimos al equilibrio entre los ingresos que se espera que genere el proyecto durante su vida útil y los costes de puesta en marcha y de funcionamiento del proyecto. Un elemento esencial para que la operación tenga éxito será, evidentemente, una demanda suficiente. Así, las perspectivas de demanda y sus condicionantes serán un factor determinante para la calificación de los títulos.

Una demanda importante es vital para garantizar el funcionamiento y mantenimiento de la autopista. La mayoría se construyen en corredores con alta densidad circulatoria donde se evidencia la necesidad de una vía alternativa que disminuyan la congestión de tráfico y reduzca la duración de los desplazamientos a los usuarios.

No obstante, en algunos casos, aún existiendo cierta demanda, ésta puede ser insuficiente para generar los ingresos necesarios para afrontar los gastos de funcionamiento y mantenimiento; y los pagos derivados de la titulación y el resto de amortizaciones e intereses generados por los recursos ajenos que financien el proyecto.

Como ya señalamos, para estructurar la emisión de bonos de titulación, se requerirá un estudio detallado de las perspectivas económicas generales, así como de las previsiones de tráfico e ingresos que se espera genere el proyecto. Cabe matizar que además, estas previsiones deberán mostrar claramente los supuestos en que se basan, y también que deberán referirse como mínimo, en términos de tiempo, a todos los periodos que transcurrirán hasta alcanzar el vencimiento de la deuda emitida.

Existen una serie de variables que pueden aumentar o disminuir la incertidumbre respecto a la magnitud de los cobros previstos. Así, si para hacer las previsiones de ingresos futuros era importante considerar el perfil de los usuarios potenciales de la vía así como sus características socioeconómicas, era porque estas variables pueden tener una gran incidencia en el riesgo asociado a los cobros futuros. Una economía solvente y en expansión asegura un tráfico comercial alto; mientras que un alto nivel de renta en la población de la zona, fomentaría el tráfico relacionado con el ocio, el discrecional. Una autopista cuyos usuarios potenciales son básicamente transportistas y personas que se desplazan a su lugar de trabajo tenderá normalmente a generar unos flujos de cobro más estables que otra cuyos usuarios sean mayoritariamente recreacionales, por la discrecionalidad de este último tipo de usuario. El tránsito comercial juega un papel de estabilizador importante, pero las autopistas de peaje con buenos resultados suelen presentar cierto equilibrio entre tráfico comercial y particular. El comercial es menos sensible a los aumentos en los peajes, tiende a trasladarlos rápidamente al consumidor final. También deben tenerse en cuenta aspectos colaterales como la vulnerabilidad del tráfico a la escasez de carburantes y las subidas en los precios de estos. Ante periodos de escasez o aumentos de precio en los combustibles, los usuarios comerciales suelen tener más facilidades, con lo que los recortes en el tráfico comercial son menores.

Pero no es suficiente considerar esta tipología de usuario por cuestiones de trabajo u ocio. Dentro de esta clasificación existen variantes que pueden modificar la volatilidad de los cobros en el sentido contrario al previsto. Nos referimos, por ejemplo, a una autopista en la que se haya determinado que el perfil de sus usuarios potenciales es básicamente comercial, hecho que lleva a predecir cierta estabilidad en los cobros. Pero supongamos que estos usuarios están vinculados mayoritariamente a una industria cíclica. En este caso, la volatilidad asociada a los cobros futuros puede llegar a ser incluso superior, por ejemplo, a la de autopistas que tengan una tipología de usuarios recreacional pero ubicada en una zona de renta alta.

Así, el potencial y la diversidad económica de la zona en que se ubica el proyecto y su nivel de riqueza, en función de una serie de indicadores como el nivel de renta, empleo, educación, etc., pueden condicionar el éxito del proyecto. Un área dominada por un sector o un pequeño número de empresas puede verse más fácilmente afectado por los ciclos económicos que una zona económicamente diversificada. Los ingresos de una autopista de peaje orientada a una economía cuya gran baza sea el turismo, por ejemplo, pueden verse afectados en mayor medida por los períodos recesivos que si dependieran de la evolución de otros sectores económicos. Y todo ello sin olvidar que en ocasiones, las vías pueden construirse basándose en la demanda experimentada en ciclos expansivos de la economía de la zona; y ante una recesión, la caída de la demanda puede generar serios problemas.

En definitiva, respecto al perfil y características socioeconómicas, el riesgo de los cobros que obtendrá la autopista disminuye cuando aumenta la diversidad de los usuarios, hecho que amortiguará el impacto de un decremento del tráfico de alguno de los segmentos. No obstante, debe admitirse que este aspecto es de difícil implementación práctica.

También debe tenerse en cuenta la dimensión del proyecto, en el sentido de si se trata de una única carretera o de un sistema integrado de éstas. Muchas de las grandes autopistas de peaje son decisivas para la economía de su región de influencia y para su futuro desarrollo. Al cubrir una zona importante, los ingresos derivan de una base más diversa y no dominada por una única industria o tipo de

usuario. Así, son menos vulnerables a reducciones de tráfico que una carretera individual o un tramo de un sistema de carreteras.

En los proyectos de nuevas autopistas, aunque ya comentamos que suele asumirse un crecimiento del tráfico inicial conservador, sería aconsejable que el importe de los cobros titulizados durante los primeros años fuera inferior al del resto de períodos; permitiendo con ello un mayor margen de error en las previsiones de estos primeros cobros. Para adaptarse a esta tipología de proyectos, el perfil de reembolso de la deuda puede ser creciente con el tiempo, amortizándose a un ritmo lo bastante lento o incluso nulo en los primeros años cubriendo así el riesgo de que los ingresos no se correspondan con las proyecciones. Dicho tipo de perfil de amortización también puede adaptarse más fácilmente al volumen de usuarios y a la duración del proyecto.

Por último, respecto al riesgo de crecimiento inicial del tráfico, este disminuye si los posibles usuarios ya utilizan autopistas de peaje, hay congestiones de tráfico en la zona, o bien hay poca competencia gratuita. Por el contrario, el riesgo aumenta con los problemas en las conexiones y enlaces, la mala ubicación de estos, su mal diseño, su escasez, etc. El marketing y el conocimiento de la nueva alternativa por parte del público, pueden contribuir a reducir este riesgo.

3.2.4.3. Indicadores financieros

El siguiente paso para la identificación y evaluación de riesgos, será un análisis financiero que examine los ingresos y costes de funcionamiento del proyecto y el impacto en éste de las mejoras previstas y la competencia. El objetivo del análisis financiero será el de mostrar el nivel de cargas financieras que el nuevo proyecto puede soportar con sus operaciones e ingresos.

Partiendo de los datos de tráfico estimados, puede realizarse un análisis de sensibilidad de los flujos de caja en el mejor y en el peor de los escenarios posibles, y a partir de aquí la elaboración de los correspondientes ratios de cobertura de la deuda. El análisis de sensibilidad de los flujos de caja es

especialmente importante si la viabilidad del proyecto requiere un crecimiento significativo del tráfico y de los ingresos, o si el operador del proyecto no cuenta con independencia y autoridad para fijar los peajes.

Como ya comentamos, la velocidad con que el crecimiento de los ingresos podrá implementarse también será un factor decisivo. Si se precisa de una aprobación por parte de las autoridades, frecuentemente aparecerán retrasos y se corre el peligro de sufrir una quiebra técnica.

También hay que tener en cuenta, para proyectos de autopistas que ya estén en funcionamiento, que la información histórica sobre los ingresos, siempre se valorará más que cualquier previsión de ingresos futuros.

El objetivo último del análisis de sensibilidad es la determinación de los ingresos necesarios para cubrir los pagos de la deuda y los gastos de explotación del proyecto. El análisis debe incluir escenarios de bajo crecimiento del tránsito, la capacidad de resistencia ante recesiones económicas, devaluaciones de la moneda si es el caso, retrasos en la conclusión del proyecto, y combinaciones entre estos y otros escenarios. Los análisis de sensibilidad intentan simular cambios normales o históricos de la situación económica, el volumen de tránsito, costes de funcionamiento, etc., para comprobar las posibilidades del proyecto ante situaciones cambiantes.

Respecto al riesgo de cambio, es especialmente importante para las concesionarias que realizan emisiones en dólares USA o euros, pero cobran los peajes en la moneda local del país donde se ubica la autopista. Este riesgo financiero es difícil de suprimir. Uno de los grandes problemas a los que podría enfrentarse la compañía sería una devaluación. No obstante, en países con mercados de *swaps* de tipos de cambio de alta liquidez y desarrollo, como podrían ser el Reino Unido o Australia, el problema disminuye significativamente. Entonces, realmente, serán los países emergentes los que se enfrentarán a más dificultades relacionadas con este tipo de riesgo.

Una medida tradicional de la calidad financiera de los bonos basados en peajes es la cobertura de la deuda que ofrecen. Cuanto más alta sea la cobertura del servicio de deuda, más flexibilidad tiene un proyecto para hacer frente a imprevistos. La cobertura de la deuda, el ratio entre los ingresos netos de explotación y los pagos que genera la deuda, es un indicador decisivo para la estimación de la solvencia del proyecto.

Este ratio de cobertura puede calcularse mediante el cociente entre los ingresos netos (después de los gastos de funcionamiento y mantenimiento) y los pagos anuales que deberán afrontarse por la deuda (amortización más intereses).

Las coberturas consideradas como aceptables tanto para *Moody's* como para *Standard & Poor's* están alrededor de 1,5 o 2. Si los proyectos son nuevos, no están en funcionamiento, este ratio debe superarse.

No obstante, proyectos con ratios inferiores también pueden alcanzar altos niveles de solvencia. Por ejemplo, un proyecto con un ratio de cobertura bajo, pero que constituya un enlace clave en un entorno diversificado económicamente y de rentas altas, puede obtener el mismo *rating* que un proyecto diseñado para estimular el crecimiento de un área subdesarrollada y con un ratio de cobertura del servicio de deuda mucho más alto. En definitiva, la elección del ratio de cobertura de la deuda deberá tener en cuenta la volatilidad de los ingresos. A mayor volatilidad o riesgo de los ingresos, mayor deberá ser el ratio de cobertura para alcanzar un determinado *rating*.

La cobertura de la deuda con los ingresos, tendrá especial relevancia en términos de solvencia, en proyectos cuyos ingresos dependen de cambios en los precios o los tipos de cambio, o cuando los incrementos de los peajes requieren la aprobación del gobierno. Si una empresa presenta ratios inferiores pero tiene libertad para aumentar los peajes, su emisión puede resultar más solvente que una empresa con mejores ratios pero con los incrementos de ingresos limitados.

Siempre se valorarán positivamente las contribuciones de inversores privados, gobiernos locales o estatales, etc. También será importante la estructura temporal de los pagos, y una adecuación realista a las previsiones de ingresos.

3.2.4.4. Riesgos de construcción y funcionamiento

Aunque el período de construcción de una autopista puede considerarse corto en términos relativos al compararlo con la vida útil de ésta o incluso con el período de concesión, si es el caso; éste se caracteriza, como hemos señalado reiteradamente a lo largo de este estudio, por requerir una proporción importante de los recursos financieros de que dispondrá la empresa. Así, es probable que ésta se plantee titular los cobros futuros que generará la inversión en este primer estadio, cuando aún no está construida la autopista. En este caso, el riesgo de los bonos de titulación que se emitan dependerá también del riesgo de construcción. Así, en el caso de autopistas de peaje de nueva creación, los riesgos en la construcción pueden ser uno de los mayores obstáculos para obtener una buena calificación en la emisión de bonos respaldados por los peajes a cobrar futuros. Cualquier error relacionado con la construcción de la autopista, tanto en términos de costes como de cumplimiento de plazos, podría ser nefasto para el proyecto y consecuentemente para los inversores.

La medida del riesgo de construcción se basará en el análisis de las posibilidades que tiene el proyecto de completarse a tiempo y según el presupuesto; y de no ser así, en los sistemas que se hayan previsto sobre la protección que tendrán los bonistas.

La compra de los derechos de paso puede ser uno de los mayores componentes de coste de las nuevas autopistas, particularmente en las áreas más desarrolladas. Siempre resultaría preferible que la compra de los derechos se completara antes del inicio de la construcción, pero no siempre es posible, ya que suele tratarse de procesos largos y complejos. La construcción por fases, con enlaces a otras vías en cada segmento, ayuda a mitigar el riesgo de no obtención de los derechos de paso. Si la emisión de los bonos se realiza antes de finalizar

esta compra, deberá valorarse si existe una buena estrategia en la adquisición de dichos derechos.

Otro aspecto de importancia creciente que incide en el riesgo de construcción son las autorizaciones ambientales. Existen proyectos cuya realización requiere permisos gubernamentales debido a su impacto en el territorio, enclaves históricos o arqueológicos, o su impacto en la calidad del agua o del aire. En los países desarrollados, con una mayor regulación al respecto o con alta densidad de población, la consecución de este tipo de permisos puede prolongarse. La exigencia de compensaciones directas o indirectas para paliar el impacto medioambiental añaden incertidumbre a la conclusión y costes del proyecto.

También debe tenerse en cuenta el riesgo tecnológico y de complejidad del diseño de la autopista. Respecto al riesgo tecnológico, éste puede ser inferior al de otras industrias; pero por el contrario, las autopistas destacan por el alto riesgo que suele asociarse a la complejidad del diseño.

La complejidad en los enlaces, diseño y construcción de túneles, etc., aumentan claramente la dificultad en el diseño y la construcción. A mayor complejidad, mayor riesgo a asumir por los bonistas en la fase de construcción.

La probabilidad de que los costes de construcción sean superiores a los previstos o de que aparezcan retrasos respecto a las fechas esperadas de finalización de las obras, suele reducirse cuando el contratista al que se han adjudicado las obras cuenta con probada experiencia en la ejecución de proyectos similares dentro del plazo y del presupuesto. También se valorará positivamente que el contratista posea la suficiente capacidad financiera para hacer frente a la construcción y a las obligaciones financieras especificadas en el contrato.

También debe realizarse un análisis exhaustivo del contrato de construcción y sus términos, en el sentido de si se trata de un contrato a precio fijo, todo incluido, a medida, basado en costes unitarios, etc. Un contrato a precio fijo, por ejemplo, puede proteger de los desajustes presupuestarios, aunque puede resultar más

caro a largo plazo si se limitan estrictamente los posibles cambios, sobre todo si se trata de proyectos complejos.

La existencia de incentivos para reducir los plazos, niveles razonables de compensaciones en caso de retrasos y seguros, minimizan la probabilidad que aparezcan retrasos, daños o costes inesperados, o bien añaden protección si finalmente se dan estos desajustes.

Si adicionalmente se dispone de reservas de caja o líneas de crédito para la asunción de costes o daños inesperados, la solvencia del proyecto y con ella la de la emisión pueden mejorar notablemente. Estas reservas se destinarían a cubrir los costes de intereses para períodos de retraso, o los costes inesperados; y se recomiendan incluso para contratos a precio fijo.

Sólo matizar, respecto a los riesgos de construcción, que una vez en funcionamiento la autopista afrontará aún, por ejemplo, los riesgos relativos a la aparición de nuevos sistemas en el cobro de peajes que a veces se consideran también riesgos de construcción añadidos.

Una vez finaliza la construcción y la vía se abre al tráfico, la atención pasa del riesgo de construcción al de funcionamiento. La seguridad de los bonistas depende del funcionamiento ininterrumpido y la generación de ingresos de la autopista. Para evaluar la viabilidad de los proyectos a largo plazo, se presta especial atención a:

- La fuerza y competencia de la dirección del proyecto.
- El mantenimiento continuado de los activos y la reinversión en el proyecto.
- La prestación de un servicio efectivo al cliente.
- Un seguro para la interrupción del negocio y fondos de reservas para reparaciones, reposiciones, renovaciones y pago de la deuda.

- Liquidez suficiente y seguros por daños.

En las autopistas que ya están en funcionamiento, una buena medida de la capacidad de los directivos puede ser el análisis de la política financiera que estos hayan aplicado. El grado de autonomía conseguido nos dará una idea de la gestión que se ha llevado a cabo hasta el momento. Resulta particularmente importante la posibilidad de incrementar los peajes cuando se estime necesario. Si se trata de concesiones con límites máximos a las tarifas de peaje, se valorará positivamente el haber alcanzado estos máximos cuando se haya necesitado.

La evaluación de las tareas de mantenimiento es, normalmente, compleja. La práctica más común entre las empresas de autopistas es la contratación de firmas independientes de ingeniería para que realicen inspecciones periódicas y determinen las necesidades de reparaciones. El principal problema radica en que los informes de estas empresas sobre el estado de las autopistas y las necesidades de mejoras suelen ser bastante genéricos. Además, los puntos de vista de los diferentes ingenieros sobre lo que constituye un mantenimiento adecuado, pueden presentar diferencias importantes.

Para determinar la calidad del mantenimiento debe tenerse en cuenta que las empresas cuyos propios ingenieros son los que realizan inspecciones frecuentes, están mejor preparadas que las que dejan el mantenimiento en manos de inspecciones puntuales de ingenieros externos, para planificar y presupuestar las reparaciones y realizar un mantenimiento preventivo.

Un buen indicador de las necesidades de reasfaltado y reparaciones puede ser el ratio de utilización de la autopista, y el número y tipología de vehículos que circulan por ella durante un período determinado. Es evidente que una autopista que permita el acceso a vehículos pesados sufrirá un mayor desgaste y tendrá más necesidades de mantenimiento que otra autopista, con un tránsito similar, pero que limita su uso a vehículos ligeros.

Las empresas de autopistas acostumbran a dotar cuentas de reservas para el funcionamiento, que cubren el riesgo asociado al exceso de usuarios. El importe de estas reservas lo recomiendan ingenieros externos o de la propia empresa.

Para autopistas de nueva creación, un buen punto de partida para valorar los costes de funcionamiento y mantenimiento, puede ser establecer provisiones similares a autopistas en funcionamiento con un nivel de usuarios parecido.

3.2.4.5. Garantías asociadas a la emisión

Tanto en las emisiones de bonos tradicionales como en las de bonos de titulación, a parte de los datos inherentes al proyecto y de sus riesgos, serán determinantes para la calificación final de los títulos las posibles garantías que proporcionen una protección adicional al bonista ante posibles problemas. Incluimos en este apartado las garantías directas de entidades gubernamentales, o las que pueda contratar el emisor mediante pólizas de seguros, o fondos de reservas.

Respecto al impacto que el respaldo de la administración pública pueda suponer para la emisión, a veces resulta complejo de valorar. Los riesgos políticos y económicos ya comentados pueden acrecentar la complejidad analítica de estas garantías; y en ocasiones, la repercusión de la garantía de la administración pública sobre la emisión, puede no ser tan simple como imputar directamente la calificación crediticia del estado al proyecto.

La asunción por parte del gobierno de los riesgos del proyecto puede no tomar la forma de contrato legal que les obligue; o puede darse en un país con un entorno económico inestable, o una situación económica que pueda dificultar o inhabilitar al estado para dar el soporte prometido en caso de que fuera necesario.

También encontraremos factores adicionales a tener en cuenta para valorar la garantía de la administración pública, como el hecho de que la garantía venga directamente del estado o bien de algún ente vinculado a éste, o que controle o

no las decisiones importantes de los directivos. Debe analizarse si la entidad que da el soporte tiene una tradición más o menos dilatada en conceder este tipo de garantías, si realmente dispone de medios suficientes, o si está garantizando emisiones importantes que coinciden en el tiempo con la que se analiza.

La administración pública puede optar por el compromiso de tomar las medidas necesarias para mantener el equilibrio económico-financiero del proyecto si aconteciera alguna circunstancia no controlable por la sociedad concesionaria. Cuando la administración, por ejemplo, se reserva el derecho a modificar las condiciones iniciales del contrato de concesión si el interés público así lo requiriese, puede comprometerse a su vez a compensar a la concesionaria si estos cambios afectan a su equilibrio económico-financiero.

La legislación española, en concreto la Ley 13/03 reguladora del contrato de concesión de obras públicas a que ya nos hemos referido, establece en el apartado 2 del artículo 248 que la Administración deberá restablecer el equilibrio económico del contrato, en los siguientes supuestos:

- ❑ Cuando la Administración modifique, por razones de interés público, las condiciones de explotación de la obra.
- ❑ Cuando causas de fuerza mayor o actuaciones de la Administración determinaran de forma directa la ruptura sustancial de la economía de la concesión. Estas causas de fuerza mayor hacen referencia a incendios, catástrofes naturales, guerras, etc⁷³.
- ❑ Cuando se produzcan los supuestos que se establezcan en el propio contrato para su revisión.

Un ejemplo relacionado con este tipo de garantías es la garantía de ingreso mínimo aplicada en las concesiones chilenas. En este caso, la administración proporciona una cobertura al riesgo de tráfico pagando unos ingresos mínimos

⁷³ Vemos que de esta manera la administración se implica en un riesgo que si no, recaería totalmente sobre la concesionaria.

pactados a la concesionaria si esta no los alcanza con el tráfico real de la vía. Por otro lado, si el tráfico y consecuentemente los ingresos obtenidos por la concesionaria superan el previsto, la administración también participará de los excedentes generados.

A parte de las garantías sobre los cobros futuros a titular que pueda proporcionar la administración pública, la calidad de los bonos de titulación a emitir mejorará con todas las garantías adicionales ya comentadas en el epígrafe 2.1.2., los mecanismos de mejora crediticia aplicables a las emisiones de titulación; es decir, la emisión por tramos, constitución de fondos de reserva, contratación de seguros, etc.

En el caso de las emisiones de bonos de titulación respaldados por peajes de autopista puede tomar especial relevancia la estructuración de la emisión. La emisión por tramos puede facilitar adaptar los pagos que se deriven de los bonos a la estructura de cobros prevista, que puede ser nula⁷⁴ o relativamente baja durante los primeros meses o años de vida de la emisión. Así, como mecanismos de mejora crediticia internos, pueden establecerse períodos de carencia, tramos subordinados con vencimiento a largo plazo y con estructura cupón cero, etc.

Por último, en relación con los mecanismos externos de mejora crediticia relacionados con las compañías de seguros, no podemos finalizar este epígrafe sin comentar el papel que las aseguradoras *monoline* están jugando en relación con las emisiones de titulación y en general en la financiación de grandes proyectos de infraestructuras. Se trata de aseguradoras que operan con apalancamientos financieros muy altos, de 70 a 90⁷⁵ veces sus recursos propios, hecho que las lleva a centrarse en proyectos de financiación de riesgo bajo y que a su vez les permite cobrar cuotas de aseguramiento inferiores a las de las entidades financieras y al resto de aseguradoras.

Para asegurar un proyecto de financiación, requieren que este obtenga previamente la calificación de "grado de inversión" de al menos, una agencia de

⁷⁴ Los cobros generados por la autopista pueden ser nulos durante los primeros períodos de vida de los bonos si estos se emiten sin que haya concluido la fase de construcción.

⁷⁵ Datos tomados de TINTORÉ (2002).

rating. Una vez se dispone de esta calificación valoran el coste a cambio del cual están dispuestas a ofrecer el *rating* AAA. Si el emisor está dispuesto a soportar ese coste, obtendrá a cambio la calificación AAA para su emisión, y podrá pagar la consecuente rentabilidad mínima a los tenedores de los títulos.

Las aseguradoras *monoline* suelen especializarse en la financiación de entidades locales o regionales y en proyectos de infraestructuras y servicios públicos. En España existe el precedente, entre otros, de la financiación de la "Ciudad de las Artes y las Ciencias" en Valencia cuya financiación fue asegurada por *MBIA Insurance Corp.*

3.2.5. RESUMEN DE LAS VARIABLES DETERMINANTES Y LOS RIESGOS ASOCIADOS A LA EMISIÓN

En los dos epígrafes anteriores comentábamos las variables que condicionan, en primera instancia, el éxito de una emisión de titulación de peajes de autopista; y también los riesgos asociados a este tipo de emisiones. Finalmente, presentamos las conclusiones que se derivan de todo lo anterior.

La calificación de los bonos emitidos depende de la calidad de los cobros futuros titulizados que los respaldan y de los mecanismos de mejora crediticia asociados a la emisión.

Los cobros futuros dependerán del cumplimiento de las previsiones de ingresos que a su vez estarán condicionados por el cumplimiento de las previsiones de gastos que permitan el buen fin del proyecto. Desglosamos pues las variables y riesgos que condicionarán el valor que finalmente tomarán ingresos y gastos.

La estimación de ingresos, si estos se derivan estrictamente del cobro de peajes, se obtiene del producto entre la Intensidad Media Diaria (IMD) prevista y el peaje a pagar por cada vehículo.

- Variables y riesgos determinantes para la fijación de los peajes
 - Entorno político y económico
 - Importe regulado o no
 - Riesgo de cambio
 - Perfil de los usuarios potenciales
 - Elasticidad de la demanda respecto al precio
 - Capacidad de los directivos

- Variables y riesgos determinantes de la Intensidad Media Diaria
 - Entorno político y económico
 - El potencial y la diversidad económica de la zona
 - La tendencia en la penetración del coche particular
 - Proporción de uso comercial o vacacional de la vía
 - Análisis coste-beneficio realizado por los usuarios potenciales
 - Diversidad económica de la zona
 - Tipo de vía
 - Carretera individual, tramo o sistema integrado
 - Vía principal, alternativa a vías congestionadas, vía que pretende estimular el desarrollo de una zona, etc.
 - Conexión directa con otras vías principales
 - Capacidad de la vía

Respecto a los gastos, consideramos los que se derivan de construcción, o rehabilitación en el momento inicial, y posteriormente, los de explotación.

- Variables y riesgos determinantes de los gastos iniciales
 - Entorno político y económico
 - Riesgo de cambio
 - Facilidades para la compra de los derechos de paso
 - Autorizaciones ambientales
 - Riesgo tecnológico
 - Capacidad de la empresa constructora y/o gestora
 - Términos del contrato de construcción
 - Capacidad financiera del contratista

- Existencia de reservas de caja o líneas de crédito
- Contrato de seguros
- Variables y riesgos determinantes de los gastos de explotación
 - Tipo de usuarios
 - Estructura horaria del tráfico
 - Tipología de vehículos más o menos pesados
 - Necesidades de reasfaltado y reparaciones
 - Capacidad de la empresa gestora
 - Capacidad de los directivos
 - Existencia de seguros y fondos de reservas para reparaciones, etc.
 - Liquidez suficiente y seguros por daños
 - Cuentas de reservas para el funcionamiento

Por último, la calificación de los bonos emitidos dependerá de los mecanismos de mejora crediticia internos y externos asociados a la emisión.

- Mecanismos externos
 - Garantías directas de entidades gubernamentales
 - Garantías o avales bancarios
 - Contratación de seguros
 - Participación de aseguradoras monoline
 - Préstamos o créditos subordinados
 - Contratos de reinversión
- Mecanismos internos
 - Estructuración de la emisión por tramos
 - Constitución de fondos de reserva y/o cuenta de margen
 - Estructura del pasivo del fondo de titulación

3.3. PROPUESTA DE UNA METODOLOGÍA PARA EL DISEÑO DE UN PROCESO DE TITULIZACIÓN DE PEAJES DE AUTOPISTA

3.3.1. INTRODUCCIÓN

Una vez analizadas las ventajas que la titulación puede tener para la financiación de autopistas de peaje y habiendo valorado también sus inconvenientes, nos planteamos una metodología que puede facilitar el diseño de los aspectos más cuantitativos de un proceso de titulación.

Ya comentamos que la estructuración del proceso de titulación de peajes de autopista abarcaría las siguientes fases:⁷⁶ en primer lugar, debía seleccionarse la cartera de cobros a titular, posteriormente, realizar un análisis y gestión de los riesgos asociados a la emisión y, en función de éstos, establecer los mecanismos de mejora crediticia necesarios. También debía realizarse la estructuración jurídica de la emisión y tener en cuenta el cumplimiento de otros requisitos como la necesidad de obtener la calificación de los bonos o su verificación y registro en la CNMV.

Nuestra pretensión es facilitar este proceso mediante la dotación de una serie de mecanismos que permitan agilizar algunas de estas fases y optimizar, a ser posible, el resultado global del proceso de titulación, tanto para el originador, como para el fondo y los bonistas.

En primer lugar, establecemos un método que, a nuestro entender, puede contribuir a la selección de la cartera de cobros futuros a titular. El originador se halla en esta fase ante el problema de decidir no sólo el montante de financiación que pretende obtener mediante la titulación, sino que también debe plantearse

⁷⁶ Según FRANCO *et al* (1998).

la distribución temporal de los cobros titulizados que le van a proporcionar dicha financiación.

Dado que los elevados costes de construcción y los largos períodos de recuperación de la inversión que caracterizan a los grandes proyectos de obras públicas suelen suponer un poderoso freno para la realización de este tipo de inversiones, partiremos de objetivos acordes a estas premisas, es decir, maximizar los resultados para el inversor y minimizar el período de recuperación del desembolso inicial.

Pero las decisiones relacionadas con esta primera fase de selección de la cartera de cobros a titular no pueden desvincularse de la segunda fase de análisis y gestión de los riesgos asociados a la emisión e incluso de la tercera, el establecimiento de los mecanismos de mejora crediticia. Medidas que inciden en la valoración del riesgo de los bonos, como los ratios de cobertura, influirán directamente en la selección de la cartera de cobros a titular. La estructura del balance del fondo de titulación vendrá condicionada también por los cobros futuros titulizados, que constituirán buena parte de su activo; y a su vez, el pasivo de este fondo puede generar múltiples mecanismos de mejora crediticia de los bonos a emitir. Por todo ello, pretendemos orientar al originador en la decisión sobre la cartera de cobros futuros a titular pero vinculándola y teniendo en cuenta en todo momento, no sólo las necesidades del originador desde el punto de vista de su estructura financiera, sino también el riesgo asociado a los títulos y la constitución del fondo de titulación sin el cual el proceso no puede llegar a buen fin y cuya estructura repercute también en la decisión sobre el montante a titular.

Nuestra propuesta inicial es aplicable al supuesto de un proyecto de infraestructuras en que la iniciativa privada se hace cargo de toda la financiación así como de su construcción, para gestionar también el funcionamiento del negocio una vez finalizada la obra; pero también cuando la concesión se restringe a la gestión y el mantenimiento de la autopista. También es aplicable tanto cuando los peajes corren directamente a cargo del usuario como en el caso en que se aplique el sistema de "peajes sombra". En definitiva, nuestra propuesta de

metodología para hallar el importe de los cobros futuros a titular es aplicable a proyectos, o a la parte de éstos, donde intervenga la iniciativa privada.

Este planteamiento genérico mostrado para la selección de la cartera de cobros futuros a titular puede adaptarse fácilmente a la amplia diversidad de contextos en que puede estar situada la empresa originadora. Desde el punto de vista de la naturaleza de los ingresos que se obtienen, éstos pueden corresponder exclusivamente a peajes, o a los cobros generados por los servicios adicionales prestados por las autopistas en las áreas de servicio colindantes; a su vez, los peajes pueden pagarlos directamente los usuarios o podrían titularse peajes sombra.

También nos planteamos la obtención del volumen y la distribución en el tiempo de los cobros de peajes futuros a titular si el originador fuera la Administración Pública. En este caso, los objetivos perseguidos pueden diferir de los que se perseguirían si la iniciativa fuera privada; pero también podemos encontrar objetivos similares y, sobre todo, un contexto de mercados financieros en el que se negociarían los bonos, idéntico para ambas tipologías de emisores. Así, el originador público también deberá plantearse cuestiones como los ratios de cobertura a cumplir para la obtención de la calificación de los bonos deseada, el importe mínimo y máximo de financiación a obtener titulizando, etc.

Cuando el originador es una empresa privada, la decisión de titular cobros futuros como alternativa de financiación dependerá básicamente del coste que la titulación suponga frente a otras posibilidades de consecución de recursos ajenos y a la disponibilidad de recursos propios. Deberán tenerse en cuenta factores asociados al riesgo que asumen los prestamistas ya que, en determinadas circunstancias, este factor puede ser decisivo para tomar la decisión de titular. Por ejemplo, si el riesgo de insolvencia asociado al originador es alto, los bonos respaldados por el flujo de cobros futuros pueden obtener calificaciones mucho más altas que la de las emisiones de la empresa de autopistas. Estas calificaciones se traducirían en costes inferiores para la financiación. En cambio, cuando quien origina el proceso de titulación es el sector público, su motivación raramente podrá vincularse a la reducción de costes financieros, ya que es probable que la titulación resulte más cara que la emisión de deuda; en este caso, la titulación

puede resultar justamente una buena alternativa al incremento de la deuda y su consecuente reflejo en el presupuesto público.

A continuación nos planteamos hallar el volumen y la distribución óptimos de cobros por peajes futuros a titularizar: proponemos un modelo genérico para el caso en que el originador es una empresa privada y posteriormente, lo adaptamos al contexto en que el proceso lo origine el sector público. Una vez obtenidos estos cobros futuros a titularizar, finalizaremos este capítulo con la metodología a seguir para la estructuración del pasivo del fondo de titularización que adquirirá dichos cobros por peajes titularizados.

3.3.2. SELECCIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN DE COBROS FUTUROS A TITULARIZAR

Uno de los principales problemas a resolver cuando el originador se plantea la titularización de cobros futuros es, como ya comentamos, el volumen óptimo de cobros a ceder para cada período. El criterio que seguimos para hallar este volumen de cobros futuros a titularizar así como su distribución temporal es que el originador maximice los recursos que va a generarle el proyecto y que éstos, a su vez, se obtengan con la mayor celeridad posible. Posteriormente, nos plantearemos el mismo problema para el caso en que el originador sea un ente público. Una vez determinada la estructura óptima de la titularización para el originador, será cuando nos planteamos también cual debería ser la financiación más adecuada para el fondo de titularización que adquiere esta corriente de cobros futuros.

Abordamos pues nuestro primer propósito, el de hallar el valor de los ingresos a titularizar cuando el originador es una empresa privada. El condicionante del que partimos es el de maximizar los resultados para el inversor y minimizar el período de recuperación del desembolso inicial; es decir, que el accionista maximice el valor actual de los flujos de caja que quedarán a su libre disposición en cada período una vez afrontados todos los pagos vinculados al proyecto de inversión y su correspondiente financiación; y por otra parte minimice el período de

recuperación de la inversión inicial requerida. Pero antes de formular estos objetivos, debemos concretar la valoración de estos flujos de caja libres, que es lo que realizamos en el apartado siguiente.

3.3.2.1. La medida de los flujos de caja generados por la inversión

Para valorar la riqueza generada por la inversión definiremos primero los flujos de caja que esta genera, para posteriormente sumarlos una vez descontados, actualizados. A su vez, la determinación de los flujos de caja que genera el proyecto también nos permitirá medir su liquidez.

Antes de concretar la acepción de los *cash flows* en cada período t (CF_t) en que basaremos nuestro modelo, revisaremos distintas acepciones correspondientes a los flujos de caja o relacionadas con éstos, con el fin último de justificar la que nosotros adoptaremos.

Debemos tener en cuenta que la actualización de los CF_t la realizaremos con el tipo de interés correspondiente al coste de capital o coste de la financiación conjunta de la empresa inversora. Dicho capital suele estar compuesto por una combinación de recursos propios y ajenos; a estos últimos los denominaremos recursos ajenos "convencionales", ante los que la empresa responde con la totalidad de su patrimonio.

En este caso, la acepción más adecuada de CF_t se obtiene sumándole al beneficio antes de intereses e impuestos ($BAIT_t$) el valor de las amortizaciones contables (AC_t) y restando el tipo impositivo (z_t) aplicado sobre el $BAIT_t$.⁷⁷

$$CF_t = BAIT_t (1 - z_t) + AC_t \quad (1)$$

⁷⁷ Si durante el período se realizan nuevas inversiones, el importe de éstas debería reducir el resultado.

Así, los CF_t obtenidos según esta expresión no tienen en cuenta los pagos a realizar por la financiación, propia o ajena; ni, consecuentemente, el ahorro fiscal derivado de los costes de la financiación ajena. Además, se considera que los ingresos y gastos de explotación a partir de los que se obtiene este $BAIT_t$ han sido cobrados y pagados respectivamente. De esta manera, se consigue medir la liquidez generada por la inversión en cada período independientemente de la financiación utilizada. Aunque esta medida puede ser muy útil cuando el objetivo del análisis se centra en valorar exclusivamente los flujos que genera el proyecto de inversión, en nuestro caso deberíamos adaptarla, ya que nuestro interés último radica en determinar, justamente, la estructura de pagos generada por la titulación más conveniente. Así, necesitamos una medida de CF_t que nos permita tener en cuenta los efectos que el volumen de cobros futuros titulizados y la distribución temporal de éstos, tienen sobre los resultados que finalmente repercutirán sobre los inversores.

Por todo ello, otra acepción de CF_t que puede resultarnos útil es la que suele denominarse flujo de caja libre para el accionista. En este caso, se deducen a (1) tanto los costes financieros (INT_t) como la amortización de la deuda o amortización financiera del período ($AMFIN_t$).⁷⁸

$$CF_t = BAIT_t (1 - z_t) + AC_t - INT_t - AMFIN_t \quad (2)$$

Esta definición da una medida más exacta de la liquidez que genera la empresa ya que no sólo tiene en cuenta los cobros y pagos derivados del proyecto de inversión, también considera los pagos o cobros derivados de la financiación con recursos ajenos. Es por ello que se denomina CF_t para el accionista, ya que refleja realmente la liquidez a disposición del accionista en cada período una vez descontados de los cobros todos los pagos derivados tanto de la inversión como de la financiación que no proviene del accionista.

Como expondremos a continuación, nuestra propuesta de definición de los flujos de caja (que posteriormente deberán ser descontados para evaluar la financiación vía titulación) se basará en las dos definiciones que hemos planteado, (1) y (2).

⁷⁸ Si durante el período se obtuviera más financiación, el importe de ésta debería agregarse al resultado.

Dado que las cuantías titulizadas no forman parte del flujo de caja que genera la inversión para el originador, son cobros comprometidos ya desde su origen, entendemos que deberán restarse de los ingresos generados por la explotación; es decir, en este aspecto nos basamos en la expresión (2). Por otra parte, la titularidad del resto de los ingresos de la explotación, una vez descontados los gastos de explotación, es del originador, no de los posibles acreedores "convencionales". Por tanto, con independencia de la proporción de la aportación inicial del proyecto no financiada mediante titulación, que se haya financiado con recursos propios o ajenos, el flujo de caja de la inversión para el originador se calculará con (1). El coste de los recursos propios y ajenos a los que se recurra para hacer frente a la parte del desembolso inicial no titulizado, quedará reflejado en la tasa de actualización con que se descuenten los flujos de caja.

Así, en una primera aproximación, consideramos que el proyecto se financia exclusivamente con recursos propios y titulación. Por tanto, partimos de la definición de flujo de caja en un determinado período t (CF_t) definido en (2). Recordemos que la expresión es:

$$CF_t = BAIT_t (1 - z_t) + AC_t - INT_t - AMFIN_t$$

Y para llegar a la expresión que finalmente utilizaremos sólo especificamos que, dado que el tipo impositivo se aplica sobre el $BAIT_t$, el interés o coste de la financiación mediante titulación que deduciremos será neto de impuestos. Así restaremos los pagos generados por la remuneración de la titulación (INT_t) pero también sumaremos el ahorro fiscal que estos gastos financieros generen ($z_t INT_t$). Así conseguimos nuestra pretensión de que los CF_t reflejen, en cada período, la liquidez que genera la inversión y queda a disposición del originador, es decir, (1). A partir de (2) definimos el *cash flow* que genera el proyecto en un ejercicio t -ésimo, CF_t , si el proyecto se financia exclusivamente con fondos propios y la titulación de cobros futuros:

$$CF_t = RGE_t(1 - z_t) + z_t (AC_t + INT_t) - TIT_t \quad (3)$$

Donde:

$RGE_t = ING_t - GTOS_t$ = Recursos generados por la explotación durante el período t .

ING_t = Ingresos generados por la explotación durante el período t .

$GTOS_t$ = Gastos generados por la explotación durante el período t .⁷⁹

z_t = tipo impositivo al que están sujetos los beneficios obtenidos durante el período t .

AC_t = Amortización contable del inmovilizado durante el período t .

INT_t = Costes financieros devengados por la titulación durante el período t .

TIT_t = Ingresos generados por la explotación durante el período t titulizados.

Así, entendemos los CF_t como el excedente que revertiría en el accionista tras afrontar todos los pagos derivados de la explotación de la empresa, incluyendo impuestos; y también tras la cesión de la parte de los ingresos titulizada.

Los ingresos generados por la explotación en cada período comprenderán todos los cobros generados por la concesión, que a parte de los peajes, pueden incluir los cobros derivados de los servicios adicionales prestados por las autopistas en las áreas de servicio colindantes. En un modelo de concesión DBFO (diseñar, construir, financiar y operar) los cobros provendrían del estado, mientras que en un modelo BOT (construir, operar y transferir) los cobros tendrían su origen directamente en los usuarios. Respecto a los gastos, dependerán de lo establecido en la concesión, y pueden abarcar mantenimiento, gestión, recaudación, etc. Los gastos iniciales de construcción o los relacionados con la obtención de la concesión no los consideramos parte de los gastos periódicos sino que los agruparemos en el desembolso inicial necesario para llevar a cabo el proyecto.

⁷⁹ Consideramos que todos los ingresos y gastos generados por la explotación durante el período t se cobran y pagan, respectivamente, durante ese mismo período. Si no fuera así, debería tenerse en cuenta que los ingresos no cobrados o los gastos no pagados del período t , aunque no incidirían directamente en los recursos líquidos obtenidos, sí lo harían de forma indirecta por su repercusión en el impuesto a pagar en el período t .

Respecto a las fuentes de financiación, hemos planteado esta primera aproximación al valor de los flujos de caja libres para el accionista considerando la titulización y las aportaciones del inversor como únicas fuentes de financiación. No obstante, a continuación mostramos como éstos se adaptan perfectamente al contexto en que la aportación del originador se financie tanto con recursos propios como con recursos ajenos "convencionales". Supondremos que la empresa originadora está dispuesta a financiar sus inversiones con una combinación de recursos propios y ajenos por un importe y coste predeterminados.

Partiremos, en cualquier caso, de que la decisión sobre la estructura de capital se ha tomado ya y es la que se esté implementando en otros proyectos de inversión; siendo únicamente la decisión a tomar la proporción de cobros futuros a titular que condicionará el volumen de recursos financieros que se obtendrán mediante la titulización. La proporción que en el pasivo de la empresa representen los recursos propios y ajenos permitirá, únicamente, determinar el coste medio ponderado de esta financiación conjunta que nos viene dada y que simplemente combinaremos con la obtenida titulizando. La decisión sobre el importe óptimo de la titulización de cobros futuros y su distribución temporal no condicionará en ningún caso la estructura de pasivo adoptada por la empresa, dada la especial condición de la titulización como financiación "fuera de balance".

Así, en este caso, utilizaremos una combinación de (1) y (2) para determinar el flujo de caja que genera la inversión. Recordemos que en (3) expresamos esta medida de los resultados generados por la inversión como:

$$CF_t = RGE_t(1-z_t) + z_t (AC_t + INT_t) - TIT_t$$

El hecho que el proyecto de inversión se financie también con recursos ajenos no afectará a las variables propias de la inversión, RGE_t y AC_t ni al tipo impositivo al que están sujetos los beneficios obtenidos durante el período t , z_t . Por otro lado, TIT_t , los ingresos generados por la explotación titulizados correspondientes a cada período t , siguen siendo las variables de decisión de las que, a su vez, dependen INT_t , los costes financieros devengados por la titulización durante cada período t .

Pero de estos flujos de caja no se han deducido ni la amortización ni los costes derivados de la financiación ajena tradicional asociada al proyecto. Así, en el caso en que existan otros recursos ajenos en la financiación del proyecto además de los correspondientes a la titulación, nuestra modelización se basará en una expresión de los flujos a actualizar idéntica a cuando sólo existan recursos propios y titulación. Simplemente, en contextos en que se aplique financiación ajena tradicional, de los flujos definidos en (3) aún deberán descontarse para hallar la riqueza final que genera el proyecto, los desembolsos asociados a la financiación tanto con recursos propios (aportados por el accionista) como con recursos ajenos (obtenidos mediante la financiación ajena convencional).

Podemos definir pues los flujos de caja de la inversión después de la titulación ($CFDT$) como:

$$CFDT_t = RGE_t(1-z_t) + z_t(AC_t + INT_t) - TIT_t = CFL_t \quad (4)$$

Así, entendemos los $CFDT_t$ como los recursos generados por la inversión tras afrontar todos los pagos derivados de la explotación de la empresa, incluyendo impuestos; y también tras la cesión de la parte de los ingresos titulizada. Los impuestos considerados en (4) no tienen en cuenta el ahorro fiscal que generan los costes financieros de los recursos ajenos "convencionales", ya que este se reflejará en el coste con que se descontarán los flujos de caja. Cuando tratemos estos costes les deduciremos el ahorro fiscal que generan y que no se ha tenido en cuenta al definir $CFDT_t$, trabajando entonces con los costes financieros netos de impuestos de los fondos ajenos incorporados al proyecto. Respecto a la amortización de la deuda, tal y como abordaremos y desarrollaremos en epígrafes siguientes, quedará reflejada como parte de la inversión inicial realizada.

En definitiva, tal y como definimos los CF_t o $CFDT_t$, éstos se deducen de aplicar el tipo impositivo correspondiente a la totalidad de los recursos generados por la explotación antes de deducir amortizaciones y costes financieros, es decir, aplicamos el tipo impositivo sobre la magnitud conocida internacionalmente como *EBITDA* (*Earnings before interest, depreciation and amortization*). Posteriormente, corregimos este resultado con la suma de los ahorros fiscales que generan tanto

la amortización contable del inmovilizado como los costes financieros de la titulación devengados en el período.⁸⁰ Finalmente, restamos el importe de los ingresos comprometidos por la titulación.

Además, de esta medida de los *cash-flows* se deriva la ventaja de poder deducir los ingresos titulizados en su totalidad, TIT_t , y tener en cuenta el ahorro fiscal que generan los costes financieros devengados por la titulación en cada período, INT_t , sin la especificación en cada TIT_t de la parte correspondiente a devolución de la deuda contraída y la parte correspondiente a costes financieros. En el siguiente epígrafe abundaremos en este aspecto con la determinación de los costes financieros de la titulación.

Por último, exponemos otras medidas de creación de valor similares al concepto de *cash-flow*; discutiendo a su vez la menor idoneidad de todas ellas en el marco del modelo que desarrollamos.

Así, otra medida de la creación de valor de un proyecto es el *Economic value added (EVA)*. Éste se define como la diferencia en cada período entre el beneficio antes de intereses y después de impuestos ($BAIDT_t$) y el coste medio ponderado de la financiación aplicado sobre los recursos utilizados para generarlo, es decir, el capital invertido al inicio de cada período. Así, el EVA en t (EVA_t), se halla como:

$$EVA_t = BAIDT_t - k_m VC_{t-1} \quad (5)$$

⁸⁰ Los comentarios referentes al ahorro fiscal generado por las amortizaciones y los gastos financieros sólo serían aplicables a empresas que generen resultados positivos sujetos al pago de impuestos. Caso de no existir beneficios en algún período, desaparecería el ahorro fiscal generado por intereses y amortización en ese ejercicio y debería contemplarse el efecto en futuros flujos de caja del posible diferimiento de esos ahorros. Todo ello podría introducirse en la expresión de CF_t a través del valor que tomara z_t en cada período.

Siendo:

k_m = coste medio ponderado de la financiación que definimos como

$$k_m = \frac{k_{FP}FP + k_{FA}FA}{FP + FA},$$

siendo FP y FA los fondos o recursos propios y ajenos de que dispone el proyecto; y k_{FP} y k_{FA} el coste de los recursos propios y ajenos, respectivamente, habiéndose descontado en los ajenos el ahorro fiscal.

VC_{t-1} = valor contable neto de los recursos totales utilizados.

Para el cálculo del *EVA* en t , basado en el *BAIDT* del período, se resta el valor de la amortización contable y en cambio sólo se deduce el coste de la financiación pero no su devolución. Dado que en nuestro caso nos interesa una medida que considere todos los pagos de la financiación, ésta podría ser similar al *EVA* si asimiláramos la amortización contable a la devolución del capital conseguido mediante financiación ajena y a la recuperación de los recursos propios.

Existen otras medidas como el *Cash Value Added (CVA)* que presentan diferencias respecto al *EVA* derivadas de diferentes consideraciones respecto a las amortizaciones. El *CVA* pretende reflejar la verdadera depreciación sufrida por los activos fijos, por lo que en lugar de deducir la amortización contable deduce la amortización económica o depreciación real que se estima tendrán los activos fijos. Respecto a la aplicación del coste medio ponderado, al calcular el *CVA* se aplica sobre los recursos totales que requirió la inversión en su inicio, mientras que en el caso del *EVA* el coste se aplicaba sobre el valor contable neto de la inversión al inicio de cada período.

Otra medida del flujo de caja se basa en el concepto propuesto por Rodríguez Sandiás⁸¹ donde se define el *EVA* financiero o Valor Financiero Añadido (*FVA*), que en un período t (FVA_t) se halla como:

$$FVA_t = BDTAI_t - Ae \tag{6}$$

⁸¹ Véase RODRÍGUEZ SANDIÁS (2001).

Siendo:

$BDTAI_t$ = Beneficio después de impuestos pero antes de amortización e intereses en t .

Ae = Amortización equivalente, o carga financiera total que soporta el negocio por el hecho de haber realizado el desembolso de la inversión, esto es, la anualidad constante equivalente a la inversión realizada en términos financieros.

Si los impuestos deducidos en $BDTAI_t$ se han calculado sobre el beneficio antes de impuestos del proyecto en dicho momento (BAT_t), las únicas diferencias entre el FVA_t y la medida de CF_t en (2), radican en que en (2) sólo incluimos como carga financiera soportada la que se deriva de fondos ajenos. Si optamos por (2), donde la remuneración y recuperación de los fondos propios queda excluida en el cálculo de cada CFL_t , hecho que no ocurre con el FVA , es porque refleja los fondos que quedan a disposición de los accionistas antes de recuperar y remunerar su aportación.

3.3.2.2. Determinación de los costes financieros de la titulación

Al titular, el originador cede una serie de cobros futuros a cambio de recibir en el origen de la operación el importe de la financiación. El coste de la operación medido como un tipo de interés para el originador puede deducirse fácilmente igualando el importe recibido por la financiación al valor actual de los cobros futuros titulizados, siendo la incógnita el tipo de interés. Pero en el futuro no se le especificará ninguna estructura amortizativa ni consecuentemente qué parte dentro de cada cobro titulizado correspondería a devolución o remuneración de la financiación recibida.

La titulación implica una serie de costes inherentes al proceso a parte de la remuneración que reciban los inversores en los bonos emitidos. Pero en ningún caso, a diferencia de lo que ocurre con otras fuentes de financiación ajena, se explicitará al originador la parte de los costes financieros que corresponden a

gastos de formalización del proceso, de mejora crediticia, o intereses a cobrar por los bonistas u otros acreedores del fondo de titulación.

Así, es importante utilizar una medida que no exija este desglose, aunque a su vez, sí será necesario aplicar algún método que permita hallar los costes financieros imputables a cada período por su repercusión en la cuenta de resultados del originador tanto directamente como gasto, como indirectamente dado el ahorro fiscal que generan.

Siguiendo los principios contables propuestos por AECA⁸² para el tratamiento de los costes financieros, será esencial hallar la *tasa efectiva del coste financiero* para el prestatario. Ésta será aquel tipo de interés que iguale, en la fecha de emisión, el importe de la financiación neta recibida con la suma del valor actual de cada uno de los pagos que en cada uno de los distintos períodos habrá de realizar el prestatario hasta la extinción del pasivo financiero.

La Comisión de AECA establece que la *asignación entre ejercicios de los costes financieros de operaciones plurianuales* ha de estar, necesariamente, basada en criterios que respeten el principio de correlación entre ingresos y gastos. Este principio requiere que los costes financieros se repartan durante la vida de la operación de forma proporcional al importe de la financiación neta utilizada en cada ejercicio.

Con este criterio, el gasto financiero a reconocer en cada período será el que resulte de aplicar la tasa efectiva de la operación al importe dispuesto en cada ejercicio (cantidad pendiente de pago por principal e intereses, menos el importe neto de gastos de obtención y gestión pendientes de imputar a resultados).

⁸² Véase AECA (1996).

Un método financiero que guarda similitud con el expuesto consiste en periodificar los costes financieros en función, únicamente, del principal de la operación vivo en cada período. Aunque menos exacto desde un punto de vista teórico, por olvidar la componente financiera atribuible a la distribución temporal del pago de los propios costes financieros, la Comisión de AECA lo considerará asimismo aceptable cuando su aplicación no conduzca a resultados significativamente distintos de los detallados en el párrafo anterior.

El empleo de métodos de imputación del coste financiero distintos a los señalados, tales como la distribución lineal durante la duración de la operación o en proporción a los reembolsos efectuados en cada ejercicio, no satisfacen el criterio de correlación de ingresos y gastos y no son, por consiguiente, métodos aceptables de imputación.

Si aplicamos la solución propuesta, es decir, reconocer como gasto financiero en cada período el que resulte de aplicar la tasa efectiva de la operación a la diferencia entre las cantidades pendientes de pago por principal e intereses y el importe de los gastos pendientes de imputar a resultados, reconocemos como gasto financiero devengado en cada ejercicio el coste financiero de la operación aplicado sobre el importe de la reserva matemática de la operación.

A continuación mostramos la distribución de los gastos devengados mediante un ejemplo. Supongamos que titulamos cobros futuros por valor de 1.000 unidades monetarias cada año correspondientes a los próximos 4 años, y obtenemos una financiación de 3545,95 unidades monetarias. La tasa efectiva del coste financiero de esta operación es del 5%. Siguiendo los principios propuestos por la AECA, los gastos pendientes de imputar a resultados que figurarán en el activo serán 4000-3545,95, es decir, 454,05 unidades monetarias. Así, podemos calcular para cada período los gastos devengados y los gastos a distribuir.

T	Gastos devengados	Gastos a distribuir
0	0	454,05
1	$0,05 \times 1000 \frac{1 - 1,05^{-4}}{0,05} = 177,3$	$454,05 - 177,3 = 276,75$
2	$0,05 \times 1000 \frac{1 - 1,05^{-3}}{0,05} = 136,16$	$276,75 - 136,16 = 140,59$
3	$0,05 \times 1000 \frac{1 - 1,05^{-2}}{0,05} = 92,97$	$140,59 - 92,97 = 47,62$
4	$0,05 \times 1000 \frac{1 - 1,05^{-1}}{0,05} = 47,62$	$47,62 - 47,62 = 0$

Si aplicamos el coste del 5% a la reserva matemática al inicio de cada período, a la financiación utilizada, obtendremos los gastos devengados propuestos por la AECA.

En definitiva, de esta manera resolvemos la imputación de costes financieros a cada período para la titulación. Los pagos a afrontar por la titulación, son parte de unos cobros a recibir en el futuro que no llevan explicitado el importe correspondiente a la restitución de deuda y al pago de gastos financieros.

Y en los CF_t tal y como los habíamos definido en (4),

$$CF_t = RGE_t(1 - z_t) + z_t (AC_t + INT_t) - TIT_t$$

el ahorro fiscal se aplicará sobre los gastos financieros devengados en cada período INT_t calculados aplicando la tasa efectiva del coste financiero de la titulación, k_T , sobre la reserva al inicio de cada período t , R_{t-1} .

$$INT_t = k_T R_{t-1} = k_T \sum_{i=t}^n \frac{TIT_i}{(1 + k_T)^{i-t+1}} \quad (7)$$

3.3.2.3. El valor actual de los cash-flows generados por la inversión

Una vez concretada la definición de los flujos de caja, procedemos a definir su valor actual. Uno de nuestros objetivos será, como ya avanzamos, maximizar el valor actual de los flujos de caja que quedarán a disposición de la empresa una vez afrontados todos los pagos derivados de la propia inversión, así como la remuneración y devolución de todas las aportaciones que constituyen su financiación. En nuestro caso lo hallaremos como el valor actual de los *cash-flows* libres para el accionista (*VACFL*), tal como expresamos en (4). Concretamente, *VACFL* será el valor actual de los *cash-flows* generados por la inversión de la que es propietario el originador, que obtenemos descontando la suma de todos los CF_t generados como (4) y restando la aportación inicial de los del inversor/originador reflejada en su balance, que habrá sido financiada tanto con recursos propios como con ajenos "convencionales". El originador pretenderá maximizar este valor:

$$VACFL = -FC + \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+k)^t} \quad (8)$$

FC es la financiación conjunta del proyecto reflejada en el balance de la empresa; es decir, la financiación con recursos propios y ajenos tradicionales, sin tener en cuenta la obtenida titulizando los cobros futuros que generará la inversión. Recordemos que la financiación que proporciona la titulización está incluida en el valor de los *cash-flows* libres de cada período, ya que para hallarlos restamos TIT_t que incluye la devolución de los recursos obtenidos titulizando.

La tasa de descuento k es el coste de la financiación conjunta obtenida de las fuentes propias y ajenas clásicas. Recordemos que el coste financiero de la titulización, así como el ahorro fiscal que éste genera, está incluido en el valor de los *cash-flows* libres de cada período, como quedó explicitado en (3) y (4). Así, el coste que supone el resto de la financiación, se puede aproximar ponderando el coste de cada fuente de recursos en función del volumen de financiación que dicha fuente aporte. Entonces, $k = \frac{k_{FP}FP + k_{FA}FA}{FC}$, siendo:

k_{FP} = Coste de los recursos propios.

k_{FA} = Coste neto de impuestos de los recursos ajenos sin tener en cuenta la titulización.

FP = Volumen de recursos propios.

FA = Volumen de recursos ajenos excluyendo la titulización.

De esta manera, al descontar los recursos generados por la inversión con el coste de la financiación conjunta; y restando en 0 la recuperación de toda la financiación propia y ajena clásica, obtenemos el valor actual de los recursos que realmente quedarán a la libre disposición del accionista. Así, el *VACFL* refleja el valor actual del excedente que queda a disposición del accionista una vez descontados de los cobros todos los pagos derivados tanto de la inversión como de la financiación; y este *VACFL* es el que pretendemos maximizar.

En el caso en que la financiación consistiera únicamente en recursos propios y titulización, el valor que generaría el proyecto de inversión para el accionista sería:

$$VACFL = -FP + \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1 + k_{FP})^t} \quad (9)$$

El descuento lo realizamos con el tipo de interés k , siendo este únicamente la tasa de rentabilidad exigida por los accionistas, es decir $k=k_{FP}$. Así, el *VACFL* refleja el valor actual del excedente que genera el proyecto una vez descontados de los cobros todos los pagos derivados tanto de la inversión como de la financiación, así como la propia remuneración exigida por el accionista (k_{FP}) y su aportación inicial, los fondos propios asociados al proyecto (FP).

Antes de plantear nuestros objetivos definitivos y dado que las variables de decisión de nuestro programa serán las cuantías de los cobros futuros vendidas al

fondo de titulación, TIT_t , reformularemos la expresión de $VACFL$ reagrupando y aislando las variables TIT_t .

En primer lugar, para cada CF_t , separaremos las variables propias de la inversión, donde no aparece TIT_t , de las propias de la titulación. Así, el *cash-flow* en t , o los recursos generados por la inversión después de titular en t , se expresan como:

$$CF_t = A_t + B_t \quad (10)$$

Siendo:

$$A_t = RGE_t(1-z_t) + z_t AC_t \quad (11)$$

$$B_t = z_t INT_t - TIT_t \quad (12)$$

A_t recoge para cada período el flujo de caja que generaría la inversión independientemente de la financiación, es decir, los recursos generados por la explotación netos de impuestos más el ahorro fiscal derivado de la amortización económica. Al impuesto a pagar que se deduciría de esta expresión en cada período deberíamos sumarle el ahorro fiscal generado por los gastos financieros para hallar el impuesto que realmente pagaría el originador. Se trata de la misma expresión ya planteada en (1) como una alternativa para la medida de la liquidez que genera una inversión, aunque en este caso expresada en función de RGE_t en lugar de plantearla en función de $BAIT_t$ como en (1).

En B_t agrupamos las variables relacionadas con la financiación mediante la titulación de cobros futuros. B_t recoge los pagos generados por la titulación en cada período, TIT_t , y el ahorro fiscal generado por los gastos financieros de la titulación, $z_t INT_t$. Así agrupamos en B_t toda la incidencia de la titulación en la liquidez que generará la inversión. Considerando TIT_t tenemos en cuenta los cobros cedidos al fondo de titulación en cada período t , que incluyen tanto la devolución de la financiación que ha proporcionado la titulación como su remuneración. Por otro lado, el ahorro fiscal reflejado como $z_t INT_t$ ajusta el impuesto considerado en A_t incluyendo para el cómputo final del impuesto a pagar

la minoración de éste que se genera al titularizar cobros futuros, dada la consideración de los gastos financieros asociados a la titulización como gastos financieros deducibles fiscalmente.

En A_t , aplicamos el tipo impositivo sobre los recursos generados por la inversión en cada período, corrigiendo este impuesto con el ahorro fiscal que proporciona la amortización contable del inmovilizado. Para llegar al impuesto que definitivamente soportará este proyecto en cada período es necesario un último ajuste, la consideración del ahorro fiscal que se deriva de los gastos financieros en cada período. En B_t reflejamos el ahorro de los gastos financieros que genera la titulización, quedando sólo pendiente de incorporar al modelo el ahorro fiscal que se derive de los gastos financieros del resto de fuentes de financiación ajena.

B_t puede escribirse desarrollando la parte correspondiente al ahorro fiscal en un período t , para lo cual es necesario utilizar (7):

$$B_t = z_t \text{INT}_t - \text{ITT}_t = z_t k_T \sum_{i=t}^n \frac{\text{ITT}_i}{(1+k_T)^{i-t+1}} - \text{ITT}_t = z_t k_T \sum_{i=t}^n \frac{\text{ITT}_i}{(1+k_T)^i} (1+k_T)^{t-1} - \text{ITT}_t \quad (13)$$

Siendo k_T el coste de la titulización. Recordemos que éste era el coste financiero de la titulización, la tasa que le permite al originador igualar la financiación obtenida mediante la titulización al valor actual de los cobros futuros titulizados. El coste reflejado en esta tasa será el que, al titularizar, permitirá al fondo afrontar no sólo el coste que se derive estrictamente de los bonos de titulización emitidos, sino también el resto de costes inherentes al proceso; es decir, costes de constitución, gestión y representación del fondo; y los costes asociados a los mecanismos de mejora crediticia. Así, k_T no debe confundirse con la remuneración que obtendrán los inversores en bonos de titulización; éstos obtendrán una rentabilidad inferior al coste k_T que la titulización supondrá para el originador.

Aunque k_T se obtiene implícitamente, supondremos que puede expresarse explícitamente, al menos de manera aproximada, con el fin de hacer operativo el modelo. Entonces, k_T se compone de:

- k'_T , el coste financiero global de las emisiones que haga el fondo de titulación. Éste permitirá igualar financieramente el valor de los ingresos del proyecto titulizados (entradas de recursos del fondo de titulación) y los pagos que en el futuro deberá afrontar el fondo de titulación por sus emisiones.

- g , entendido como el coste imputable a la gestión del fondo, gastos legales del proceso, seguros, etc.

Con el desglose entre las variables propias de la inversión y la financiación, podemos reescribir el $VACFL$, partiendo de (8) y (10), como sigue:

$$VACFL = -FC + \sum_{t=1}^n \frac{A_t}{(1+k)^t} + \sum_{t=1}^n \frac{B_t}{(1+k)^t} = VACFI + VACFT \quad (14)$$

donde $VACFI$ recoge la parte de $VACFL$ que incluye los ingresos y gastos generados por el proyecto de inversión y su correspondiente financiación antes de titular; es decir:

$$VACFI = -FC + \sum_{t=1}^n \frac{A_t}{(1+k)^t} \quad (15)$$

mientras que $VACFT$ recoge los flujos derivados de la titulación de los cobros futuros del proyecto. Con (13) y (14) reescribimos:

$$VACFT = \sum_{t=1}^n \frac{B_t}{(1+k)^t} = \sum_{t=1}^n \frac{z_t k_T}{(1+k)^t} \sum_{i=t}^n \frac{TIT_i}{(1+k_T)^i} (1+k_T)^{t-1} - \sum_{t=1}^n \frac{TIT_t}{(1+k)^t} \quad (16)$$

El minuendo de $VACFT$ mide el valor actual de los ahorros fiscales generados por el coste financiero de la titulación, k_T . El ahorro fiscal viene agrupado en función de los costes financieros devengados en cada período. Estos costes financieros de cada período, a su vez, vienen dados por las cuantías titulizadas pendientes de ser satisfechas en el período anterior.

Para satisfacer nuestros objetivos será necesario agrupar el valor actual de los ahorros fiscales de forma distinta. En lugar del ahorro fiscal que genera la titulización, globalmente, en cada período, nos interesaría obtener el ahorro fiscal que genera cada TIT_t a lo largo del tiempo hasta el período t en que dejara de devengar costes financieros.

En la expresión anterior de $VACFT$, (16), el valor actual del ahorro fiscal se agrupa en función de cada período en que se devengan intereses. Aislaremos el valor descontado de dichos ahorros para cada una de las cuantías titulizadas y la incidencia de la suma de los ahorros fiscales en $VACFT$ deberá ser idéntica. Es indiferente sumar período a período los ahorros fiscales generados por el total de cuantías titulizadas pendientes de cobro en dichos períodos, que sumar los ahorros fiscales que ha generado cada cuantía titulizada hasta su vencimiento, que es como queremos expresar $VACFT$. Ello se consigue de forma sencilla cambiando los extremos de los sumatorios del minuendo de $VACFT$ en (16), es decir:

$$\begin{aligned} VACFT &= \sum_{t=1}^n \frac{z_t k_T \sum_{i=t}^n \frac{TIT_i}{(1+k_T)^i} (1+k_T)^{t-1}}{(1+k)^t} - \sum_{t=1}^n \frac{TIT_t}{(1+k)^t} = \\ &= \sum_{i=1}^n \frac{TIT_i}{(1+k_T)^i} k_T \sum_{t=1}^i \frac{z_t}{(1+k)^t} (1+k_T)^{t-1} - \sum_{t=1}^n \frac{TIT_t}{(1+k)^t} \end{aligned} \quad (17)$$

Finalmente, podemos expresar $VACFT$ en (17) como:

$$VACFT = \sum_{t=1}^n \frac{TIT_t}{(1+k_T)^t} k_T \sum_{i=1}^t \frac{z_i}{(1+k)^i} (1+k_T)^{i-1} - \sum_{t=1}^n \frac{TIT_t}{(1+k)^t} \quad (18)$$

Analicemos ahora el significado del minuendo de la nueva expresión de $VACFT$. El ahorro fiscal generado por TIT_t en cualquier período $i \leq t$ corresponde a $z_i k_T \frac{TIT_t}{(1+k_T)^{t-i+1}} = z_i k_T TIT_t \frac{(1+k_T)^{i-1}}{(1+k_T)^t}$. Por supuesto, el ahorro fiscal que genera TIT_t a partir del i -ésimo período, cuando $t > i$ y por tanto TIT_t se haya pagado, será

nulo. Entonces, el valor actual del ahorro fiscal que va a generar la t -ésima cuantía titulizada TIT_t , es:

$$\sum_{i=1}^t \frac{z_i k_T TIT_t \frac{(1+k_T)^{i-1}}{(1+k_T)^t}}{(1+k)^i} = \frac{k_T TIT_t}{(1+k_T)^t} \sum_{i=1}^t \frac{(1+k_T)^{i-1} z_i}{(1+k)^i}$$

Por tanto, el minuendo de $VACFT$ no es más que la suma del valor actual de todos los ahorros fiscales agrupados en función de cada una de las cuantías titulizadas que los generan.

Finalmente, el valor actual del conjunto de ahorros fiscales y pagos generados por todos los flujos que origina la titulación, $VACFT$, puede expresarse como:

$$VACFT = \sum_{t=1}^n TIT_t \left[\frac{k_T}{(1+k_T)^t} \sum_{i=1}^t \frac{(1+k_T)^{i-1} z_i}{(1+k)^i} - \frac{1}{(1+k)^t} \right] \quad (19)$$

Llamaremos α_t al coeficiente que multiplica a la variable TIT_t en cada período, con lo que finalmente, el $VACFL$ en (14) puede expresarse como:

$$VACFL = -FC + \sum_{t=1}^n \frac{A_t}{(1+k)^t} + \sum_{t=1}^n \alpha_t TIT_t \quad (20)$$

siendo α_t :

$$\alpha_t = \frac{k_T}{(1+k_T)^t} \sum_{i=1}^t \frac{(1+k_T)^{i-1} z_i}{(1+k)^i} - \frac{1}{(1+k)^t} \quad (21)$$

3.3.2.4. La Duración del proyecto de inversión

A parte de la exigencia del máximo flujo de caja libre para el accionista, y dado que el tiempo es una variable básica en el análisis de inversiones, cabe plantearse

la conveniencia de valorar también el grado de liquidez del proyecto en cuestión. Entendemos la liquidez como una medida sobre la distribución de los flujos de caja que indique el tiempo necesario para que la operación de inversión permita recuperar el desembolso inicial que ésta requiere. El valor de los cobros titulizados en cada período incidirá en esta liquidez. El período de recuperación será superior cuanto mayor sea el coste de capital y la viabilidad del proyecto estará condicionada a que la recuperación se dé durante la vida del proyecto, es decir, que sea menor o igual a su vencimiento.

El criterio para medir la liquidez más comúnmente utilizado es el plazo de recuperación o *pay-back*. Una crítica tradicionalmente esgrimida sobre este criterio es el hecho que no tenga en cuenta los flujos de caja que el proyecto genere tras superar el plazo de recuperación.

Una alternativa para medir la liquidez de un proyecto que permite superar estas limitaciones, es el cálculo de su duración. Numerosos estudios avalan la correlación existente entre la duración de un proyecto y su plazo de recuperación.⁸³ La duración se calcula realizando una media ponderada de los períodos en que el proyecto genera flujos de caja siendo la razón de la ponderación el valor actual de estos flujos. El resultado mide la vida ponderada del proyecto. Dado que en el cálculo de la duración intervienen todos los flujos de caja generados por el proyecto, elimina el problema del *pay-back* ya que considera los flujos posteriores a la recuperación de la inversión.

Además, la duración proporciona información adicional, pues mide la sensibilidad del valor actual del proyecto ante cambios en el coste de capital con que se calcule. En nuestro caso, este aspecto de la duración puede resultar especialmente destacable ya que en nuestro planteamiento inicial pretendemos maximizar el *VACFL* y al asimilar duración a plazo de recuperación nuestro objetivo será minimizarla. De esta manera, completaremos el objetivo inicial de maximización del *VACFL* persiguiendo también la minimización del riesgo que podría derivarse de cambios en el coste de la financiación con recursos propios y ajenos tradicionales, *k*; es decir, buscamos protegernos de alguna manera ante

⁸³ Véase por ejemplo BLOCHER et al (1979), BOARDMAN et al (1982) o HAWLEY et al (1989).

aumentos en los tipos de interés que se trasladan a los costes de la financiación del proyecto.

La exigencia de liquidez para la valoración de nuestro proyecto podemos formularla mediante el objetivo de minimizar la duración (D) del proyecto definida como:

$$D = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{tCF_t}{(1+k)^t}}{\sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+k)^t}} \quad (22)$$

La expresión del numerador de la duración (22) podemos expresarla en función de (10) y (19) como:

$$\sum_{t=1}^n \frac{tCF_t}{(1+k)^t} = \sum_{t=1}^n \frac{tA_t}{(1+k)^t} + \sum_{t=1}^n \frac{tz_t k_T \sum_{i=t}^n \frac{TIT_i}{(1+k_T)^i} (1+k_T)^{t-1}}{(1+k)^t} - \sum_{t=1}^n \frac{tTIT_t}{(1+k)^t} \quad (23)$$

Del mismo modo que redefinimos el $VACFL$, reagruparemos los términos en que aparece cada TIT_t teniendo en cuenta el valor positivo que el ahorro fiscal generado por cada TIT_t supone para todos los flujos de caja generados hasta el momento t , y el valor negativo que supone el pago de TIT_t en el momento t .

El valor actual del ahorro fiscal generado por un TIT_t hasta el momento t , que pondera positivamente el momento en que se genera, puede expresarse como:

$$\sum_{i=1}^t \frac{iTIT_t \frac{(1+k_T)^{i-1}}{(1+k_T)^t} k_T z_i}{(1+k)^i} = \frac{k_T TIT_t}{(1+k_T)^t} \sum_{i=1}^t \frac{i(1+k_T)^{i-1} z_i}{(1+k)^i}$$

Además, cada pago derivado de la titulización genera la correspondiente salida de caja. Entonces, globalmente, el valor actual del conjunto de ahorros fiscales y

pagos generados por todos los flujos que origina la titulación y que ponderan el momento en el tiempo en que se están generando puede expresarse a partir de (19) como:

$$\sum_{t=1}^n TIT_t \left[\frac{k_T}{(1+k_T)^t} \sum_{i=1}^t \frac{i(1+k_T)^{i-1} z_i}{(1+k)^i} - \frac{t}{(1+k)^t} \right] \quad (24)$$

Llamaremos β_t al coeficiente que multiplica a la variable TIT_t en cada periodo, siendo, por lo tanto, β_t :

$$\beta_t = \frac{k_T}{(1+k_T)^t} \sum_{i=1}^t \frac{i(1+k_T)^{i-1} z_i}{(1+k)^i} - \frac{t}{(1+k)^t} \quad (25)$$

El denominador de la expresión de la duración no es más que el valor actual de los recursos generados por la inversión una vez afrontados los pagos de la titulación, sin tener en cuenta la aportación inicial al proyecto de recursos propios y ajenos tradicionales. A partir de la definición ya dada en (20) de VACFL obtenemos:

$$\sum_{t=1}^n \frac{CFL_t}{(1+k)^t} = \sum_{t=1}^n \frac{A_t}{(1+k)^t} + \sum_{t=1}^n \alpha_t TIT_t \quad (26)$$

Y a partir de (23), (24), (25) y (26) la duración podemos definirla como:

$$D = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{tA_t}{(1+k)^t} + \sum_{t=1}^n \beta_t TIT_t}{\sum_{t=1}^n \frac{A_t}{(1+k)^t} + \sum_{t=1}^n \alpha_t TIT_t} \quad (27)$$

Entonces, la duración depende de los flujos generados por el proyecto de inversión, pero también del importe de los cobros titulizados en cada período. El coeficiente β_t que multiplica a la variable TIT_t aumenta la ponderación de los períodos en que cada TIT_t genera ahorro fiscal, y disminuye la ponderación de los períodos en que se paga el flujo titulizado.

3.3.2.5. Determinación de las cuantías a titular mediante programación matemática

Una vez definidos los objetivos acordes con la pretensión del inversor en proyectos de autopistas de maximizar sus resultados y minimizar el plazo de recuperación de su inversión, podemos conceptualizar el problema de determinar el volumen óptimo de financiación a través de la titulación como un programa bi-objetivo en el cual, la compañía pretende maximizar los excedentes que genera el proyecto ($VACFL$) y, simultáneamente, maximizar su liquidez (minimizar la duración). Asimismo, el hecho de minimizar la duración también supone minimizar la sensibilidad de $VACFL$ ante variaciones del tipo de interés (k), es decir, el riesgo de interés de $VACFL$.

Como en todo planteamiento de este tipo, tanto en este programa como en el que se desarrolla posteriormente alrededor de la estructuración del fondo de titulación, algunos de los aspectos que intervienen en la valoración del proceso de titulación serán tomados como parámetros que vienen dados exógenamente. Nos referimos a los costes legales, de aseguramiento, de gestión, tasas de descuento, etc.

Asimismo, la solución de este programa deberá satisfacer una serie de restricciones que definiremos, desarrollaremos y justificaremos a continuación.

En primer lugar, debemos considerar que la financiación conjunta (FC) obtenida con recursos propios y ajenos, más la generada al titular $(\sum_{t=1}^n \frac{TIT_t}{(1+k_T)^t})$, deben permitirle a la empresa originadora afrontar el conjunto de pagos iniciales

asociados a la inversión, el desembolso inicial (DI) requerido por el proyecto. Este desembolso corresponde estrictamente a los pagos iniciales vinculados al proyecto de inversión en la autopista, es decir, los que se deriven de su construcción, puesta en funcionamiento, de la obtención de la propia concesión, etc. En ningún caso incluye los gastos iniciales que implica un proceso de titulización, ya que estos quedan recogidos en el parámetro k_T como parte de los costes financieros del proceso; y ya son descontados, por tanto, al hallar el valor actual de TIT_t . Así, la primera restricción será:

$$FC + \sum_{t=1}^n \frac{TIT_t}{(1 + k_T)^t} = DI \quad (28)$$

Por otro lado, también nos planteamos que la financiación conjunta estará acotada por un volumen mínimo y máximo de recursos. Partimos del supuesto de que la empresa conoce el intervalo en que pueden oscilar el volumen de recursos financieros propios y ajenos; es decir, de la financiación convencional de que dispondrá para financiar el proyecto. De su suma deduciremos el intervalo en que oscilará la parte del desembolso inicial que se financiará de forma convencional. Consideramos que la empresa no tiene porque deducir un valor concreto y exacto de financiación en balance óptimo, pero sí debería conocer en que intervalo puede oscilar esta magnitud. Dado que la alternativa es titularizar, el originador estará fijando el volumen de recursos máximo que puede obtenerse mediante la titulización.

$$FC \geq FC_{Min} \quad (29)$$

$$FC \leq FC_{Max} \quad (30)$$

En (29) FC_{Min} viene dado por el hecho de que los recursos obtenibles mediante la titulización son limitados, por lo que será necesario disponer de una dotación mínima de financiación convencional. Por otro lado, en (30) FC_{Max} indica el importe máximo que puede alcanzar la financiación convencional para el proyecto; es decir, el volumen de recursos propios y ajenos que como máximo figurarán en el pasivo de la empresa para financiar el proyecto en cuestión.

También puede resultar conveniente establecer un importe mínimo para los ingresos titulizados en cada período. Cuando se constituya el fondo de titulación, en su pasivo, encontraremos la emisión o emisiones de bonos de titulación y también podrán constituirlo otras fuentes de financiación ajena. Es probable que los proveedores de todos estos recursos que constituyen el pasivo del fondo exijan algún tipo de cobro periódico y no permitan períodos de carencia excesivamente largos o fijados a discreción por el fondo. Dado que estos cobros que probablemente se exijan desde el pasivo tendrán su origen en los cobros titulizados, deberá tenerse en cuenta la magnitud mínima de estos cobros que permitirá afrontar en cada período las obligaciones del pasivo.

Las múltiples estructuras que puede tener el pasivo del fondo generan también una gran diversidad de estructuras de flujos de pagos a afrontar. De entre estas múltiples alternativas, una opción muy razonable es que el fondo exija que en cada período, al menos, se remunere su aportación. El valor de este importe mínimo de los ingresos titulizados en cada período correspondería en este caso a los costes financieros devengados por la titulación en cada período. Nos basaremos en este caso concreto, dado que pensamos puede ser uno de los más comunes y a su vez adaptado a la realidad de la práctica financiera, sin descartar por ello la posibilidad de adaptar esta restricción a cualquier otra estructura de pagos mínimos que se exigiera desde el pasivo del fondo. Así, el cuarto grupo de restricciones viene dado por la ecuación (31) y es:

$$TIT_t \geq \lambda_t, \quad t=1, 2, \dots, n \quad (31)$$

Donde, como decíamos, podríamos establecer que:

$$\lambda_t = INT_t = k_T \sum_{i=t}^n \frac{TIT_i}{(1+k_T)^i} (1+k_T)^{t-1}$$

No obstante, insistimos en que λ_t puede tomar cualquier otro valor que se estime oportuno.

Por otro lado, tal y como se expuso al analizar la identificación, evaluación y gestión de riesgos en los procesos de titulación de peajes de autopista, un indicador financiero decisivo para el buen fin del proceso de titulación son los ratios de cobertura. Este ratio, definido para cada período como el cociente entre los ingresos netos y los pagos que deberán afrontarse por la deuda, da una buena estimación de la solvencia del proyecto y por tanto, de la calidad financiera de los bonos que se emitan. A mayor cobertura, mayor margen de maniobra tendrá un proyecto para superar situaciones imprevistas.

Dado que los ingresos y gastos que generará la explotación del proyecto son valores esperados, no se conocen con certeza, el ratio de cobertura se elegiría acorde con la incertidumbre percibida en dichos ingresos y gastos. La elección de este ratio de cobertura condicionará el coste de la titulación tanto en lo que respecta a la rentabilidad que deberán satisfacer los bonos emitidos, o al coste de los posibles préstamos que suscriba el fondo; como en términos de costes de aseguramiento de la emisión, etc. Así, aunque este ratio se incluirá en nuestro programa como un parámetro, queremos remarcar que no se obtiene de forma absolutamente independiente de los tipos de interés k_T y k'_T .

Como ya comentamos, agencias de calificación como Moody's o Standard & Poor's consideran aceptables ratios de cobertura entre 1,5 y 2 para proyectos que ya estén en funcionamiento, aunque suelen exigirse ratios superiores para alcanzar la misma calificación con proyectos nuevos. No obstante, la decisión del ratio de cobertura mínimo aceptable depende en última instancia de la volatilidad estimada para los ingresos. A mayor volatilidad o riesgo de los ingresos, mayor deberá ser el ratio de cobertura para alcanzar un determinado *rating*.

Así, el ratio de cobertura de la deuda muestra el nivel de cargas financieras que el proyecto puede soportar con sus operaciones e ingresos y, por tanto, para que el proceso de titulación sea viable, los ingresos del proyecto deberán proporcionar un grado de cobertura suficiente respecto al valor de los cobros titulizados en cada período.

Llamaremos COB_t al ratio de cobertura del proyecto en el período t , donde:

$$COB_t = \frac{RGE_t}{TIT_t} \quad (32)$$

Y COB_t^* será el valor del ratio de cobertura exigido para el período t . Por tanto, el quinto grupo de restricciones es, con (32):

$$RGE_t - COB_t^* TIT_t \geq 0, t=1, 2, \dots, n \quad (33)$$

Por último, consideramos en el sexto grupo de restricciones, que las cuantías titulizadas no pueden ser negativas:

$$TIT_t \geq 0, t=1, 2, \dots, n \quad (34)$$

Simplemente, descartamos la opción de ingresos titulizados negativos por carecer de sentido económico. No obstante, (34) es redundante cuando se haya introducido (31).

Finalmente el modelo propuesto se expresa a partir de (20), (27), (28), (29), (30), (31), (33) y (34) como:

$$\text{Max: } VACFL = -FC + \sum_{t=1}^n \frac{A_t}{(1+k)^t} + \sum_{t=1}^n a_t TIT_t$$

$$\text{Min: } D = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{tA_t}{(1+k)^t} + \sum_{t=1}^n \beta_t TIT_t}{\sum_{t=1}^n \frac{A_t}{(1+k)^t} + \sum_{t=1}^n a_t TIT_t}$$

Sujeto a:

$$FC + \sum_{t=1}^n \frac{TIT_t}{(1+k_T)^t} = DI$$

$$FC \geq FC_{Min}$$

$$FC \leq FC_{Max}$$

$$TIT_t \geq \lambda_t, t=1, 2, \dots, n$$

$$RGE_t - COB_t^* TIT_t \geq 0, t=1, 2, \dots, n$$

$$TIT_t \geq 0, t=1, 2, \dots, n$$

Siendo las variables de decisión TIT_t , para $t=1, 2, \dots, n$ y FC .

3.3.2.6. Metodología para la resolución del programa

El programa que finalmente pretendemos resolver es un programa multiobjetivo, concretamente bi-objetivo, donde es probable que los objetivos a optimizar, el valor actual del proyecto y su liquidez, entren en conflicto.

Normalmente, el primer paso para determinar la mejor solución para el decisor, requiere de un análisis previo de la sensibilidad del programa; es decir, determinar las soluciones ideales positivas (SIP) y las soluciones ideales negativas (SIN) de las funciones objetivo ($VACFL$ y D). Dadas las restricciones planteadas, estas soluciones ideales delimitan el espacio de soluciones eficientes o no pareto-dominadas del programa.

La SIP de cada función objetivo, es el valor óptimo de las mismas en el caso en que el resto de objetivos se obviara en la toma de decisión final. Para el valor actual del proyecto, denominaremos a esta solución como $VACFL_{SIP}$ y para la duración, D_{SIP} . Así, $VACFL_{SIP}$ se obtiene maximizando $VACFL$ sin considerar ningún otro objetivo; mientras que D_{SIP} es el mínimo de la función duración, sin considerar como objetivo el valor actual de los *cash-flows* libres para al accionista generados por el proyecto. Por supuesto, en ningún caso, el decisor podrá diseñar

una política de titulización que le permita, tanto respecto a $VACFL$ como respecto a la liquidez, obtener un mejor valor que sus soluciones ideales positivas.

La SIN de las funciones objetivo, corresponde al peor valor de dicha función objetivo para cada uno de los valores del vector de variables de decisión; en nuestro caso, el vector de cuantías titulizadas cuando optimizan el resto de objetivos. Así, la SIN de $VACFL$, $VACFL_{SIN}$, no es más que el valor actual de los flujos de caja libres para el accionista que genera el proyecto de inversión, en el caso en que la combinación de *cash-flows* titulizados permiten minimizar la duración de dicho proyecto. Por otro lado, la SIN de D , D_{SIN} , será la duración del proyecto en el caso en que, al diseñar la estructura de los cobros a titular, únicamente se tenga en cuenta como objetivo la maximización del valor actual de los flujos de caja libres para el accionista que genera el proyecto. Por supuesto, si la decisión es eficiente, el decisor nunca debería estructurar su titulización de tal forma que como $VACFL$ y/o D se obtengan valores peores que sus correspondientes SIN. Por tanto, dado que $VACFL$ debe ser maximizado, $VACFL_{SIP} \geq VACFL_{SIN}$. Mientras que como D debe ser minimizada, $D_{SIN} \geq D_{SIP}$.

Una vez determinadas estas soluciones ideales positivas y negativas entre las que deberá oscilar el resultado para cada uno de los objetivos, debemos proceder a la resolución del programa. Para resolver este programa multiobjetivo existen múltiples alternativas.⁸⁴ Nosotros únicamente apuntamos las más habitualmente utilizadas, con el fin de justificar nuestra elección final, que es la utilización de la programación borrosa.

Una primera alternativa, quizás la más sencilla, consiste en ponderar los dos objetivos con unos pesos w_{VACFL} para el valor actual y w_D para la duración, cuyo valor dependerá de la importancia que otorgue el decisor a cada objetivo. De esta manera el planteamiento inicial queda transformado en un programa mono-objetivo, cuya función objetivo final que debería maximizarse, podría expresarse como:

$$F = w_{VACFL} VACFL - w_D D$$

⁸⁴ Ver RÍOS *et al.* (1997).

Este enfoque puede plantearnos, en nuestro caso, algunos problemas:

- a) Entendemos que es muy difícil para el decisor acabar determinando y expresando a través de un valor concreto, cuál es la combinación de pesos que mejor refleja sus preferencias. Este problema puede agravarse, si cabe, por el hecho de que las funciones objetivo hacen referencia a variables distintas cuya unidad de medida es heterogénea, unidades monetarias en el caso de *VACFL* y unidades de tiempo en el caso de *D*.
- b) Relacionado con lo apuntado en a), el significado, la interpretación del valor que se obtenga como resultado de la función objetivo, no es claro, ya que se construye agregando magnitudes heterogéneas.

Otra alternativa muy usual para la resolución de este tipo de programas es considerar únicamente un objetivo para el programa multiobjetivo, introduciendo el resto como restricciones. La introducción de los restantes objetivos como restricciones requiere especificar para éstos, una cota superior (inferior) cuando la función objetivo debe minimizarse (maximizarse). Para determinar estas cotas, será de utilidad el análisis de sensibilidad previo que determinaba las SIP y la SIN de cada función objetivo. Por supuesto, las cotas serán valores que estarán comprendidos entre la SIP y la SIN; pero cuyo valor final debe fijar el decisor, en función de la importancia que se otorgue a cada objetivo. Así, si el decisor le otorga poca importancia, la cota estará más próxima a la SIN, aunque nunca será peor que ésta; mientras que si dicho objetivo es altamente ponderado, la cota debería estar cerca de la SIP, aunque nunca será mejor.

En nuestro caso, podríamos introducir como restricción la duración, es decir, considerar como restricción adicional $D \leq D^*$, siendo $D_{SIN} \geq D^* \geq D_{SIP}$. Entonces el objetivo final consistiría en maximizar *VACFL* con esta nueva restricción. Alternativamente, podría introducirse la función *VACFL* como restricción, de tal forma que exigiríamos que $VACFL \geq VACFL^*$, siendo $VACFL_{SIP} \geq VACFL^* \geq VACFL_{SIN}$.

En nuestra opinión, este método, aunque es muy intuitivo, puede presentar limitaciones desde un punto de vista decisonal. Al sujeto decisor puede resultarle

difícil establecer una cota concreta para las funciones objetivo que no son objeto de optimización. En nuestro programa, si por ejemplo decidimos minimizar la duración introduciendo *VACFL* como restricción, el sujeto decisor debe establecer un valor mínimo concreto de *VACFL*. Entonces, nunca aceptaremos combinaciones de titulación que generen una unidad monetaria por debajo de ese valor, pero nos dará igual cualquier valor de *VACFL* que esté por encima (siempre que minimice *D*). Aceptamos, por ejemplo un *VACFL* de 1000, y nos es indiferente a uno de 2000, pero nunca aceptaríamos un *VACFL* de 999; esta circunstancia no parece tener mucho sentido. Cabe plantearse si al sujeto decisor quizás le sea más fácil el establecimiento de una horquilla de valores a partir de los cuales el cumplimiento de cada meta es aceptable, aunque con diferente grado de satisfacción; es decir, cabe plantearse la introducción de matizaciones y gradaciones, que permitan un mejor reflejo de las preferencias del sujeto decisor que la resolución mediante programación borrosa va a permitirnos.

Por otra parte, el tratamiento de las diferentes funciones objetivo es no simétrico, es decir, una es el objetivo final y para el resto se introducen cotas. Así, el porqué de la elección de la función objetivo final y las funciones que deben introducirse como restricciones puede ser, en última instancia, totalmente arbitraria para el decisor; en cambio, el tratamiento que recibirán las funciones no será el mismo si se introducen en el programa como restricción o como objetivo.

Por último comentamos el que, posiblemente, sea uno de los criterios más ampliamente utilizados para la resolución de programas multiobjetivo: la programación por metas. Esta sí que trata de forma simétrica a todas las funciones objetivo introduciéndolas como restricciones. En este caso, se fija para cada función objetivo un valor-meta, valor que sería deseable que la función objetivo alcanzara. Por supuesto, dicha meta debe ser realista; esto es, debe estar comprendida entre las SIN y las SIP de las funciones objetivos. Las desviaciones finales respecto a dicha meta, si son favorables, es decir, si implican una mejora de la función objetivo, no son penalizadas, pero sí que lo son en el caso en que impliquen no alcanzar la meta. Así, en nuestro caso, acabaríamos construyendo la siguiente función objetivo, que debería ser minimizada:

$$F = p_{VACFL} M_{VACFL}^- + p_D M_D^+$$

Debiéndose introducir las siguientes restricciones adicionales:

$$VACFL + M_{VACFL}^- - M_{VACFL}^+ = VACFL^*$$

$$D + M_D^- - M_D^+ = D^*$$

$$M_{VACFL}^-, M_{VACFL}^+, M_D^-, M_D^+ \geq 0$$

En este caso, M_{VACFL}^- , M_{VACFL}^+ , M_D^- y M_D^+ son las desviaciones que una decisión sobre la estructura de los cobros futuros del proyecto titulizados supone en los valores-meta que se han fijado para cada función objetivo. Asimismo, p_{VACFL} y p_D son los coeficientes ponderadores de $VACFL$ y D , que deberán ser fijados por el decisor en función de la importancia que otorgue a cada objetivo. Existe una variante de la programación por metas, la programación por metas prioritarias, que se caracteriza porque las prioridades especificadas por el decisor determinan el orden en que debe minimizarse las desviaciones respecto a las metas, en nuestro caso M_{VACFL}^- y M_D^+ . Si $VACFL$ es prioritario sobre D , denotaríamos estos coeficientes como $p_{VACFL} \gg p_D$, en cambio, si D es prioritario sobre $VACFL$, denotaríamos estos coeficientes como $p_D \gg p_{VACFL}$. Si se otorga el mismo orden de prioridad a cada objetivo, $p_D = p_{VACFL}$. Por otro lado, en la variante de la programación por metas denominada como metas ponderadas, p_{VACFL} y p_D son coeficientes numéricos que ponderan cada variable según la importancia que esta tenga para el decisor, pero sin indicar que deba minimizarse una desviación antes que otra.

En nuestra opinión, las limitaciones de este proceder consisten, en primer lugar, en que, de nuevo, la función objetivo puede ser muy difícil de interpretar en el programa que nos ocupa en nuestro caso, ya que nos lleva a agregar magnitudes heterogéneas; es decir, con diferente significado y unidad de medida. El resultado de la función objetivo al minimizarla sería la suma entre las desviaciones de

VACFL, expresadas en unidades monetarias y las de la duración, en unidades temporales.

Asimismo, derivado también de la heterogeneidad de dichas magnitudes, puede resultar complejo para el decisor, si se opta por la ponderación de las metas, la elección de los coeficientes ponderadores. Si por ejemplo el decisor da una importancia al VACFL del 70% y a la *D* de un 30%, y en la función objetivo multiplicamos las desviaciones medidas por magnitudes absolutamente heterogéneas por estos coeficientes, la función no refleja lo que el decisor quiso transmitir fijando esas ponderaciones.

Por otra parte, si optáramos por la priorización de metas, se obliga de forma estricta al decisor a determinar cual de las metas es preferible. No obstante, en muchas ocasiones, esta priorización puede no ser estricta en el sentido de que "es prioritario VACFL respecto a *D*", sino más débil; lo que podría venir recogido por la afirmación "es algo más prioritario VACFL respecto a *D*". Por último, también consideramos un inconveniente el hecho que mientras las decisiones desfavorables respecto a las metas son penalizadas, no se premian las desviaciones favorables.

Así, nos planteamos la resolución de nuestro programa mediante la programación borrosa, ya que ésta permite resolver programas multiobjetivos cuyos coeficientes son, en principio, ciertos⁸⁵. Por otra parte, la utilización de la programación borrosa permite al decisor una fácil interpretación de la metodología que debe seguirse en su resolución⁸⁶, ya que permite una fácil interacción y establecer las metas que deben cumplirse para cada objetivo de forma flexible, al estilo "VACFL debería ser aproximadamente mayor que 1000 u.m.", en lugar de "VACFL debe ser estrictamente mayor que 1000 unidades monetarias", lo cual es más cercano a la forma en que en la práctica se toman las decisiones. Asimismo, como comprobaremos, el hecho de transformar las funciones objetivos en metas que pueden cumplirse con un grado de intensidad que oscila entre 0 (absoluto incumplimiento) y 1 (total cumplimiento), graduación que se realiza a través de

⁸⁵ Tal y como se muestra en ZIMMERMANN (1986). Asimismo, en este trabajo se muestra que las soluciones finales son eficientes.

⁸⁶ Tal y como indican LAI et al (1996).

funciones de pertenencia, permite evitar el problema que supone la heterogeneidad de las magnitudes que miden las funciones objetivo. También cabe remarcar que los objetivos quedan tratados de forma simétrica, siendo introducidos todos como restricciones.

Dentro del campo financiero, estas interesantes características han llevado a utilizar la programación borrosa en la resolución, entre otros, de programas multiobjetivo que se plantean dentro del ámbito de las carteras de acciones y usando un enfoque media-varianza convencional,⁸⁷ en el ámbito la selección de carteras de renta fija inmunizadas⁸⁸ y en el ámbito del *Asset Liability Management*.⁸⁹

3.3.2.7. Resolución del programa mediante la programación borrosa

Para la resolución del programa multiobjetivo propuesto, el decisor deberá establecer en primer lugar, sus objetivos respecto al valor de la rentabilidad y la liquidez del proyecto de inversión de forma flexible, es decir, a través de intervalos de valores. Uno de los extremos del intervalo indicará el nivel a partir del cual una determinada decisión sobre la estructura de financiación del proyecto hace absolutamente satisfactorio el valor alcanzado por el objetivo. El otro extremo indicará los valores a partir de los cuales el nivel alcanzado por el objetivo en cuestión no es aceptable.

Estos extremos estarán delimitados por las soluciones ideales negativas y positivas que se habrán obtenido del análisis de sensibilidad previo realizado sobre el valor de cada variable. Es lógico considerar que el *VACFL* que se exigirá finalmente estará entre el máximo alcanzable (*VACFL_{SIP}*) y el *VACFL* que corresponde a la duración mínima (*VACFL_{SIN}*). Del mismo modo, la duración final de los *cash-flow* deberá estar comprendida entre la mínima posible (*D_{SIP}*) y la que se obtenga con el máximo *VACFL* (*D_{SIN}*).

⁸⁷ Véase LEÓN *et al.* (2000).

⁸⁸ Véase DE ANDRÉS *et al.* (2001).

⁸⁹ Véase LAI *et al.* (1993a), (1993b); o DE ANDRÉS *et al.* (2003).

Así, el decisor podrá perfilar sus preferencias marcando, para $VACFL$ su meta indicando dos valores $VACFL^-$ y $VACFL^+$; siendo $VACFL^- \leq VACFL^+$; e igualmente, para la duración, un intervalo delimitado por D^- y D^+ , donde $D^- \leq D^+$. Parece lógico que si estos valores delimitan el nivel de aspiración del decisor respecto al cumplimiento de cada objetivo, deberán ser factibles y eficientes; es decir, deberán estar delimitados por las soluciones ideales negativas y positivas de los objetivos. Así, $VACFL^-$ será un valor mayor o igual al $VACFL_{SIN}$ que corresponde a la rentabilidad del proyecto cuando se alcanza la duración mínima, es decir, la mejor. Por otro lado, $VACFL^+$ será inferior o igual al $VACFL$ máximo alcanzable ($VACFL_{SIP}$). De igual forma, D^- será un valor superior o igual a la mínima duración que pueda conseguirse (D_{SIP}) y D^+ deberá situarse por debajo o igualar a la duración que corresponda al máximo $VACFL$ alcanzable (D_{SIN}).

Al determinar D^- , D^+ , $VACFL^-$ y $VACFL^+$, el decisor deberá reflejar la importancia que para él tiene la asunción de cada objetivo. Los intervalos resultantes estarán próximos a la SIP si se da prioridad a estos objetivos, y próximos a la SIN si se consideran más secundarios.

Para resolver el programa podemos aplicar la programación borrosa, concretamente, la medición de la satisfacción sobre el cumplimiento de los objetivos mediante funciones de pertenencia. Para la construcción de las funciones de pertenencia debemos considerar que, respecto al objetivo de rentabilidad, la máxima satisfacción se obtendrá cuando $VACFL \geq VACFL^+$. En cambio, respecto al objetivo de liquidez, la máxima satisfacción se obtendrá cuando $D \leq D^-$. Por otro lado, todos los $VACFL < VACFL^-$ y las $D > D^+$, serían valores no aceptables y que generarían un nivel mínimo de satisfacción. Asignaremos el valor 1 en la función de pertenencia a las soluciones que maximizan la satisfacción, mientras que el 0 corresponderá al nivel mínimo.

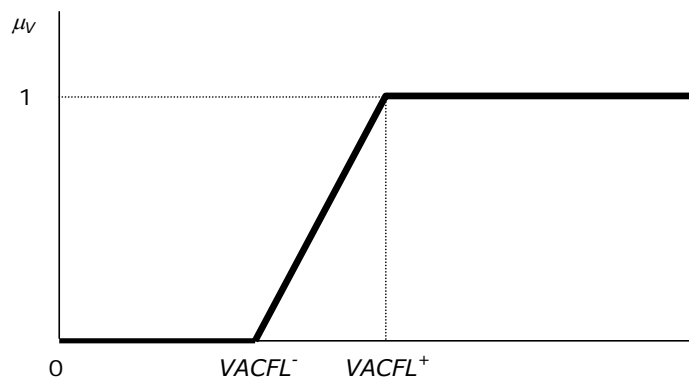
Para asignar una gradación al resto de valores intermedios en la función de pertenencia utilizaremos las siguientes ecuaciones:

$$\frac{VACFL - VACFL^-}{VACFL^+ - VACFL^-}, \text{ para } VACFL \text{ y}$$

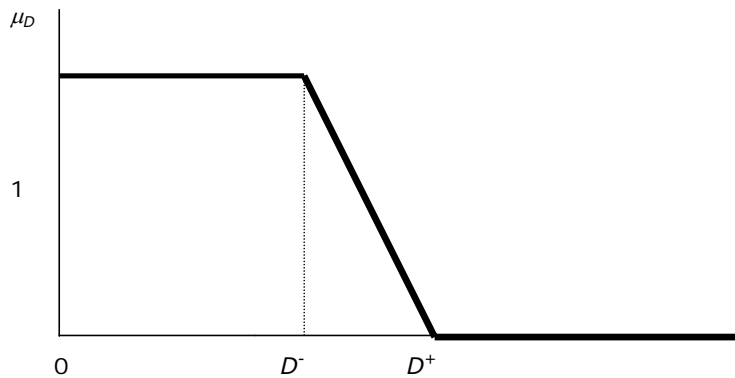
$$\frac{D^+ - D}{D^+ - D^-}, \text{ para la duración;}$$

es decir, asumimos que se comportan como funciones lineales.

Podemos interpretar los distintos niveles alcanzados como una función de utilidad ordinal. Si llamamos μ_V a la función de pertenencia de los *VACFL*, podemos representarla como:



Mientras que la función de pertenencia asociada a la duración μ_D será:



Analíticamente, estas funciones podemos expresarlas como sigue:

$$\mu_V = \begin{cases} 1 & VACFL > VACFL^+ \\ \frac{VACFL - VACFL^-}{VACFL^+ - VACFL^-} & VACFL^+ \geq VACFL \geq VACFL^- \\ 0 & VACFL < VACFL^- \end{cases} \quad (35)$$

$$\mu_D = \begin{cases} 1 & D < D^- \\ \frac{D^+ - D}{D^+ - D^-} & D^+ \geq D \geq D^- \\ 0 & D > D^+ \end{cases} \quad (36)$$

Los valores finales del $VACFL$ del proyecto así como su duración, estarán comprendidos en los intervalos $[VACFL^-, VACFL^+]$ y $[D^-, D^+]$ respectivamente. A partir de estos datos y teniendo en cuenta que tanto el $VACFL$ como D dependen del valor que tomen TIT_t y FP pretendemos resolver un programa matemático que consiste en determinar los valores de TIT_t y FP que alcancen de forma simultánea el cumplimiento de los objetivos. Como ya comentamos, la asignación de una función de pertenencia a cada función objetivo, que relaciona los valores que estas pueden tomar con el grado de satisfacción que obtendrá el inversor, permiten superar el handicap de la heterogeneidad de las magnitudes con que se mide el resultado de las funciones objetivo. A su vez, las funciones de pertenencia permiten matizar en gran medida la satisfacción que los inversores asocien a cada posible resultado.

Llamaremos γ al coeficiente que pretendemos maximizar, y que determinamos a partir de la siguiente expresión:

$$\gamma = \text{Min}\{\mu_V, \mu_D\} \quad (37)$$

Como puede observarse, al definir el coeficiente γ como el valor mínimo entre el que tomen las correspondientes funciones de pertenencia en el valor que finalmente alcancen $VACFL$ y D , γ refleja el grado de satisfacción global en una escala de 0 a 1 que le aporta al inversor el cumplimiento conjunto de los dos objetivos. Este nivel de satisfacción se corresponde, exactamente, con el valor de la satisfacción alcanzada con el objetivo en que ésta sea menor.

Así, nuestro programa se escribirá, a partir de (28), (29), (30), (31), (33), (34), y considerando (37), como:

Max $f=\gamma$

Sujeto a:

$$\frac{VACFL - VACFL^-}{VACFL^+ - VACFL^-} \geq \gamma$$

$$\frac{D^+ - D}{D^+ - D^-} \geq \gamma$$

$$FC + \sum_{t=1}^n \frac{TIT_t}{(1 + k_T)^t} = DI$$

$$FC \geq FC_{Min}$$

$$FC \leq FC_{Max}$$

$$TIT_t \geq \lambda_t, \quad t=1, 2, \dots, n$$

$$RGE_t - COB_t^* TIT_t \geq 0, \quad t=1, 2, \dots, n$$

$$TIT_t \geq 0, \quad t=1, 2, \dots, n$$

$$0 \leq \gamma \leq 1$$

Siendo las variables de decisión γ , FP y TIT_t , para $t=1, 2, \dots, n$.

3.3.2.8. Aplicación numérica

A continuación presentamos una aplicación del modelo de optimización del importe de los flujos de caja futuros a titularizar. Inicialmente nos planteamos el volumen y distribución óptimos de cobros futuros a titularizar en un ejemplo concreto, realizando posteriormente distintas aproximaciones a los resultados que se obtendrían en diferentes contextos de tipos de interés y para distintas preferencias mostradas por los originadores.

Nos basamos en el supuesto de una empresa de autopistas cuya inversión necesaria para construir un nuevo tramo sea de 10.000 unidades monetarias. En éste caso, las reservas acumuladas como fondos propios más los recursos ajenos de que puede disponer, consistentes en un préstamo, le permiten aportar como máximo hasta un 60% de la inversión inicial necesaria. Respetando esta aportación máxima y dada la estructura de recursos propios y ajenos en el balance, el coste medio ponderado del pasivo de la empresa originadora será del 9%. Consideramos este coste medio neto de impuestos, es decir, se habrá obtenido deduciendo el ahorro fiscal que generen los recursos ajenos de dicho pasivo. Para el resto se plantea titularizar cobros futuros intentando que el importe de los cobros que se titulen en cada período maximice el valor actual de los *cash-flow* libres para el accionista y minimice su duración. No obstante, la aportación al proyecto por parte del originador debe ser de al menos un 10% de la inversión inicial requerida para que las condiciones de la titulación sean las que planteamos a continuación.

La titulación se realizará sobre los cobros generados durante los primeros 15 años del proyecto y se estima que supondrá un coste para el originador del 6,5%. Los cobros titulizados en cada período deberán permitir, al menos, afrontar los costes financieros devengados en dicho período.

La previsión de ingresos y gastos de explotación durante estos primeros 15 años se realiza bajo el supuesto de que ambos serán crecientes a razón de un 4% anual acumulativo. Sobre la diferencia entre estos ingresos y gastos, los recursos

generados por la explotación, se calcularán los ratios de cobertura mínimos exigidos, que serán de 1,5 durante los primeros 5 años; 1,75 los 5 años siguientes; y de 2 para los últimos 5 años.

La amortización contable del inmovilizado, por valor de 9.000, se realizará de forma lineal durante los primeros 20 años, con lo que el importe anual a amortizar será de 450.

El tipo impositivo correspondiente al impuesto de sociedades es constante y del 35%.

A partir de estos datos podemos obtener los A_t que se generarán durante los próximos 15 años, es decir, los recursos generados por la inversión sin tener en cuenta los flujos que generará la titulación.

t	ING_t	$GTOS_t$	RGE_t	AC_t	A_t
1	1500,00	200,00	1300,00	450	1002,50
2	1560,00	208,00	1352,00	450	1036,30
3	1622,40	216,32	1406,08	450	1071,45
4	1687,30	224,97	1462,32	450	1108,01
5	1754,79	233,97	1520,82	450	1146,03
6	1824,98	243,33	1581,65	450	1185,57
7	1897,98	253,06	1644,91	450	1226,69
8	1973,90	263,19	1710,71	450	1269,46
9	2052,85	273,71	1779,14	450	1313,94
10	2134,97	284,66	1850,31	450	1360,20
11	2220,37	296,05	1924,32	450	1408,31
12	2309,18	307,89	2001,29	450	1458,34
13	2401,55	320,21	2081,34	450	1510,37
14	2497,61	333,01	2164,60	450	1564,49
15	2597,51	346,34	2251,18	450	1620,77

Y también deducimos los coeficientes α_t y β_t de (21) y (25).

$$\alpha_t = \frac{0,065}{1,065^t} \sum_{j=1}^t \frac{1,065^{j-1} 0,35}{1,09^j} - \frac{1}{1,09^t}$$

$$\beta_t = \frac{0,065}{1,065^t} \sum_{i=1}^t \frac{1,065^{i-1} 0,35}{1,09^i} - \frac{1}{1,09^t}$$

t	α_t	β_t
1	-0,8978	-0,8978
2	-0,8053	-1,6255
3	-0,7215	-2,2601
4	-0,6457	-2,7699
5	-0,5772	-3,1783
6	-0,5152	-3,5000
7	-0,4592	-3,7466
8	-0,4087	-3,9286
9	-0,3631	-4,0549
10	-0,3220	-4,1335
11	-0,2850	-4,1715
12	-0,2517	-4,1751
13	-0,2217	-4,1496
14	-0,1947	-4,0998
15	-0,1705	-4,0300

El coeficiente α_t , que pondera a cada TIT_t en la función que corresponde al valor actual de los CF que pretendemos maximizar, resume el valor actual del ahorro fiscal que ha generado cada TIT_t como parte de la deuda pendiente sobre la que han ido devengándose costes financieros, menos el valor actual del pago de los ingresos correspondientes en el período t .

Vemos que, consecuentemente, el valor del coeficiente va disminuyendo con el tiempo de manera que en los últimos períodos la repercusión en el $VACFL$ del pago de los últimos cobros titulizados es mínimo. El efecto de la actualización sumado a la acumulación de ahorros fiscales generados por estos últimos pagos lo explican.

Respecto al coeficiente β_t , que pondera a cada TIT_t en la función que corresponde a la duración del proyecto que pretendemos minimizar, resume la ponderación de cada período t derivada de la titulación. Cada TIT_t aumenta la ponderación de los flujos anteriores a su pago por el ahorro fiscal que genera. A su vez, disminuye la ponderación del período t en el cómputo total de la duración del proyecto. Estos efectos actualizados quedan recogidos en el valor de los coeficientes β_t .

En nuestra aplicación estos coeficientes son siempre negativos. La titulación, como pago, disminuye la ponderación de los flujos. El valor de β_{15} , -4,0300, por ejemplo, que multiplicaría a los ingresos titulizados en el último período, acumula por un lado el efecto positivo en la duración que los ahorros fiscales de TIT_{15} han generado desde 1 hasta 15, que ponderan a estos períodos; y por otro, el efecto negativo en la duración que implica la ponderación del momento 15 por el pago de los flujos titulizados en 15. Deducimos que el efecto del valor negativo de estos pagos en la duración supera al valor positivo de los ahorros fiscales y además su valor absoluto aumenta con el tiempo. Esto es debido a que el efecto positivo de los ahorros fiscales queda diluido entre todos los flujos en que aparece mientras que el efecto negativo del pago final se concentra en el período t más alejado.

Las funciones que queremos maximizar ($VACFL$) y minimizar (D) respectivamente serán, de acuerdo con (20) y (27):

$$VACFL = -FC + 9813,734 + \sum_{t=1}^{15} TIT_t \left[\frac{0,065}{1,065^t} \sum_{i=1}^t \frac{1,065^{i-1} 0,35}{1,09^i} - \frac{1}{1,09^t} \right]$$

$$D = \frac{69094,787 + \sum_{t=1}^{15} TIT_t \frac{0,065}{1,065^t} \sum_{i=1}^t \left(\frac{i 1,065^{i-1} 0,35}{1,09^i} - \frac{t}{1,09^t} \right)}{9813,734 + \sum_{t=1}^{15} TIT_t \left[\frac{0,065}{1,065^t} \sum_{i=1}^t \frac{1,065^{i-1} 0,35}{1,09^i} - \frac{1}{1,09^t} \right]}$$

Respecto a las restricciones, consideramos que la financiación total del proyecto se obtendrá a partir de la financiación conjunta, compuesta de recursos propios y ajenos de que dispone la empresa, más la que se obtiene con la titulación de los cobros futuros, es decir:

$$FC + \sum_{t=1}^{15} \frac{TIT_t}{(1,065)^t} = 10.000$$

El valor máximo que puede alcanzar la financiación conjunta aportada por la empresa, así como su valor mínimo exigido para que las condiciones pactadas para la titulación se mantenga, nos vienen dados por:

$$FC \geq 1.000$$

$$FC \leq 6.000$$

El importe mínimo de los pagos por titulación en cada período viene dado por los costes financieros devengados en éste:

$$TIT_t \geq 0,065 \sum_{i=t}^{15} \frac{TIT_i}{(1,065)^i} (1,065)^{t-1}, \quad t=1, 2, \dots, 15$$

Por otro lado, hemos definido tres ratios de cobertura. Durante los primeros 5 años, los recursos generados por el proyecto deberán incluir al menos 1,5 veces el valor de los pagos de la titulación para ese período. Durante los siguientes 5 años aumentamos el ratio a 1,75 y para los últimos 5 años el ratio que exigimos es 2.

$$RGE_{t-1,5}TIT_t \geq 0, \text{ para } t \in [1,5]$$

$$RGE_{t-1,75}TIT_t \geq 0, \text{ para } t \in [6,10]$$

$$RGE_{t-2}TIT_t \geq 0, \text{ para } t \in [11,15]$$

$$TIT_t \geq 0, \quad t=1, 2, \dots, 15$$

Una vez planteado este programa multiobjetivo y para poder resolverlo, calcularemos las SIN y las SIP de VACFL y D, dadas las restricciones del programa.

$$VACFL_{SIP}=2380,26$$

$$VACFL_{SIN}=2136,46$$

$$D_{SIP}=4,77$$

$$D_{SIN}=5,45$$

Así, el máximo $VACFL$ al que puede aspirar el originador dadas las condiciones planteadas es 2380,26. Este $VACFL$ óptimo lleva asociada una duración de 5,45 años, que será pues la máxima que tiene sentido que aceptemos. Por otro lado, si nuestro único objetivo fuera minimizar la duración, ésta podría tomar el valor de 4,77 años, pero entonces deberíamos conformarnos con un $VACFL$ de 2136,46. Así, una vez delimitado el conjunto de soluciones a que puede aspirar el inversor, éste puede mostrar sus preferencias matizando estos intervalos iniciales.

Supongamos en nuestro caso que el inversor, ante estos datos, decide que el valor mínimo que exigirá a $VACFL$ será 2250; la satisfacción que le aportan este valor o cualquier otro inferior es nula. En cambio, el valor que le supone alcanzar una satisfacción plena respecto al objetivo de maximización de $VACFL$ es 2.380,26, el máximo alcanzable. Por otra parte, la duración (o iliquidez del proyecto) que está dispuesto a aceptar es, en el peor de los casos, 5,45 años, la máxima, la que va asociada al mayor $VACFL$; mientras que el valor a partir del cual alcanza una satisfacción plena respecto a la liquidez del proyecto es 5 años. En este caso, el inversor está mostrando cierta predilección por la maximización de $VACFL$ respecto a la minimización de D ; mientras que no alcanza la máxima satisfacción hasta que obtiene el máximo $VACFL$, no se muestra tan exigente con D y se encuentra plenamente satisfecho si ésta toma valores que no superen los 5 años.

Entonces el programa matemático que debe ser finalmente resuelto es:

$$\text{Max } f=\gamma$$

Sujeto a:

$$\frac{VACFL - 2250}{2.380,26 - 2250} \geq \gamma$$

$$\frac{5,45 - D}{5,45 - 5} \geq \gamma$$

$$FC + \sum_{t=1}^{15} \frac{TIT_t}{(1,065)^t} = 10.000$$

$$FC \geq 1.000$$

$$FC \leq 6000$$

$$TIT_t \geq 0,065 \sum_{i=t}^{15} \frac{TIT_i}{(1,065)^i} (1,065)^{t-1}, t=1, 2, \dots, 15$$

$$RGE_t - 1,5TIT_t \geq 0, \text{ para } t \in [1,5]$$

$$RGE_t - 1,75TIT_t \geq 0, \text{ para } t \in [6,10]$$

$$RGE_t - 2TIT_t \geq 0, \text{ para } t \in [11,15]$$

$$0 \leq \gamma \leq 1$$

$$TIT_t \geq 0, t=1, 2, \dots, 15$$

Resolviendo este programa, la solución que obtenemos es un *VACFL* de 2.320,99 y la duración correspondiente, 4,92; con lo que el valor que toma el coeficiente γ , la satisfacción global que pretendíamos maximizar, es 0,75.

Para obtener estos resultados, los cobros futuros a titularizar, TIT_t serán:

t	TIT_t	RGE_t	A_t	CF_t
1	540,91	1300,00	1002,50	650,91
2	542,09	1352,00	1036,30	683,53
3	709,05	1406,08	1071,45	551,69
4	974,88	1462,32	1108,01	318,59
5	1.013,88	1520,82	1146,03	307,49
6	903,80	1581,65	1185,57	445,45
7	939,95	1644,91	1226,69	440,49
8	977,55	1710,71	1269,46	434,27
9	1.016,65	1779,14	1313,94	426,66
10	1.057,32	1850,31	1360,20	417,54
11	962,16	1924,32	1408,31	544,20
12	1.000,65	2001,29	1458,34	540,23
13	1.040,67	2081,34	1510,37	534,84
14	1.082,30	2164,60	1564,49	527,89
15	1.125,59	2251,18	1620,77	519,22

Estos cobros, descontados al 6,5% generan una entrada de fondos en 0 de 8.321,69, con lo que la financiación conjunta aportada por el originador ascenderá a 1.678,31. La tendencia de los cobros titulizados, creciente excepto en los períodos 6 y 11, en que decrecen, se debe al crecimiento quinquenal de los ratios de cobertura exigidos y al crecimiento de los *RGE* en cada periodo. Del período 1 al 5, por ejemplo, el ratio de cobertura exigido en función de los ingresos y gastos previstos es 1,5. A partir del cuarto período, se titula exactamente el máximo que permite este ratio. En 6, el ratio sube a 1,75 y ello repercute en los ingresos titulizados que decrecen respecto al período 5 pese a que vuelve a titulizarse el importe máximo y los *RGE* siguen creciendo.

El fondo de titulación que adquiera esta corriente de cobros futuros deberá obtener una financiación cuyo coste sea inferior al 6,5%, de manera que los cobros titulizados permitan afrontar todos los gastos derivados del proceso, además de remunerar y amortizar la financiación del fondo, y constituir un fondo de reserva, mecanismo de mejora crediticia interno.

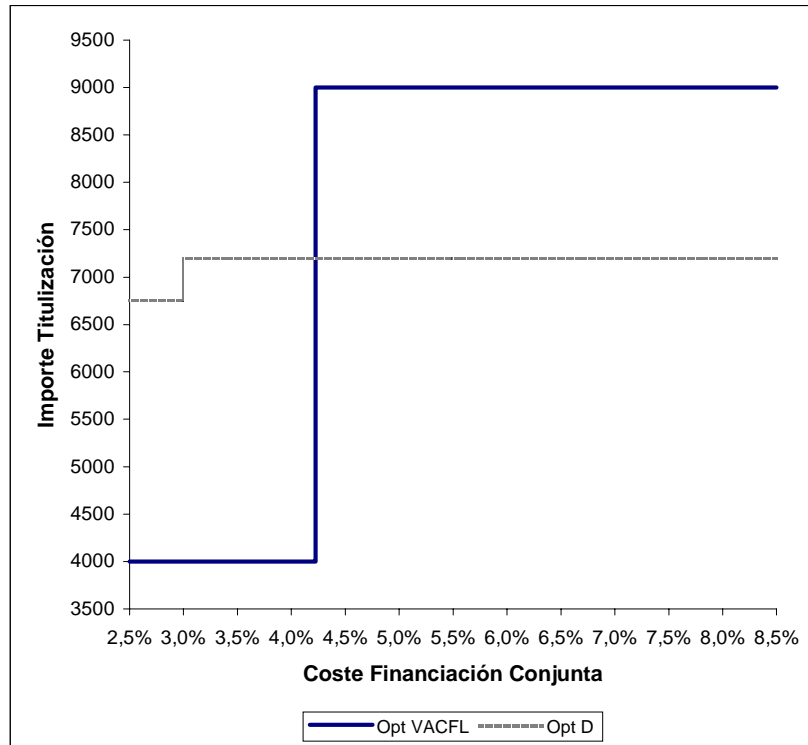
Dado el menor coste de la titulación frente al coste de capital del originador, el programa nos lleva a inclinarnos hacia aquella fuente de financiación más barata. No obstante, y dado el objetivo de minimización de la duración que también fue contemplado por el originador, el importe de los cobros que titulizamos no es el

máximo (el que maximizaría *VACFL*). Por otro lado, la distribución en el tiempo de los cobros titulizados que maximiza el *VACFL* es la que prima la titulación de los flujos más alejados: a partir del cuarto año, se titula la cantidad máxima de los recursos generados que permite cubrir las coberturas exigidas.

Basándonos en este mismo ejemplo, nos planteamos cual sería el volumen de recursos óptimos a obtener mediante titulación, así como la estructura de los cobros titulizados, en distintos escenarios de tipos de interés. Estableceremos tres contextos de tipos de interés, uno de tipos bajos, otro de tipos medios y otro de tipos altos; con sus correspondientes costes de la titulación, del 4%, 6,5% y 9% respectivamente. A partir de estos escenarios analizaremos la estructura óptima de titulación que proporciona el modelo para distintos costes del pasivo del originador y también en función de si sus preferencias se inclinan más hacia la maximización del valor actual de los flujos de caja o bien hacia la minimización del periodo de recuperación de los recursos. Mostramos para cada uno de los tres escenarios cual sería el volumen de titulación óptimo si el inversor considerara únicamente la maximización de *VACFL*, si sólo buscara minimizar *D*, si pretendiera optimizar ambos objetivos sin mostrar preferencias por ninguno, y si buscara optimizar ambos objetivos pero mostrando preferencias por la maximización de *VACFL* o por la minimización de *D*. Iniciamos este análisis con el contexto de tipos intermedio en que el coste de la titulación es del 6,5%, es decir, un 4,225% neto de impuestos. Posteriormente se muestran y comentan los resultados obtenidos para un contexto de tipos de interés superiores e inferiores.

Así, en primer lugar, con un coste de la titulación del 6,5%, representamos en el Gráfico 3.1. el importe óptimo de los fondos a obtener titulizando, para distintos costes del resto de los recursos y en el caso en que el originador se incline por optimizar el valor actual de los flujos de caja, independientemente de la duración de estos. En este caso, el originador habrá asignado un nivel de satisfacción 1 a cualquier duración igual o inferior a la solución ideal negativa correspondiente a cada coste distinto de la financiación. Se trata pues de un caso extremo en que uno de los objetivos, la minimización de la duración, no se considera.

Gráfico 3.1. Volumen de titulización que optimiza cada objetivo de forma independiente con $K_T=6,5\%$



Como era de esperar, en este caso en que de alguna manera buscamos maximizar los resultados del proyecto, el programa nos inclina hacia la fuente de recursos más barata. Para costes de la financiación conjunta inferiores al 4,225% nos recomienda aportar el importe máximo, 6.000 y titular por tanto el mínimo, 4.000; para costes de la financiación clásica superiores al 4,225% la solución óptima es titular el importe máximo, 9.000 y que el originador aporte el mínimo, 1.000. El 4,225% corresponde al coste de la financiación conjunta igual al coste de la titulación neto de impuestos; es decir, se trata del valor que iguala el coste del pasivo de la empresa originadora al coste de la titulación del 6,5% una vez descontado el ahorro fiscal del 35%.

Por otro lado, el modelo también nos proporciona la estructura de los cobros futuros a titular para obtener esta financiación de 4.000 o 9.000. Cuando titular es más caro y por tanto el valor obtenido es el mínimo, de 4.000, el programa nos indica que para maximizar el valor actual de los flujos de caja

generados por el proyecto debemos cerrar cuanto antes esta fuente de financiación. Para ello nos propone que los cobros titulizados en cada período sean los máximos, siempre que permitan el cumplimiento de los ratios de cobertura exigidos. De esta manera, en nuestro ejemplo la titulización queda amortizada en el período 6 para los escenarios en que los costes de la financiación conjunta son inferiores a los de la titulización, es decir, cuando esta asciende a 4.000. En cambio, si buscamos la estructura de titulización óptima cuando ésta es la fuente de financiación más barata, la financiación obtenida en este caso titulizando, por valor de 9.000, no se amortiza en su totalidad hasta el final de la vida del proyecto. No obstante, en ambos casos, el modelo nos lleva a amortizar la deuda cuanto antes; la diferencia radica simplemente en que a mayor importe de la titulización, más diferido queda su vencimiento. La titulización, como cualquier fuente de financiación, implica soportar un coste que minorará el *VACFL*; así, se cancelará cuanto antes, pero teniendo siempre en cuenta los ratios de cobertura.

En el otro extremo, hallaremos los cobros a titular que minimizan la duración para los distintos costes del resto de los recursos. En este caso, el originador habrá asignado un nivel de satisfacción 1 a cualquier *VACFL* igual o superior a la solución ideal negativa, el valor actual de los *cash-flows* que minimiza la duración para cada coste de la financiación conjunta.

La solución ya no resulta tan inmediata como en el caso anterior, aunque se continúa ciñendo únicamente a dos alternativas. Dado que la duración no es una función lineal de los *cash-flows* libres, la evolución de la titulización óptima para cada coste de la financiación no es tan evidente.

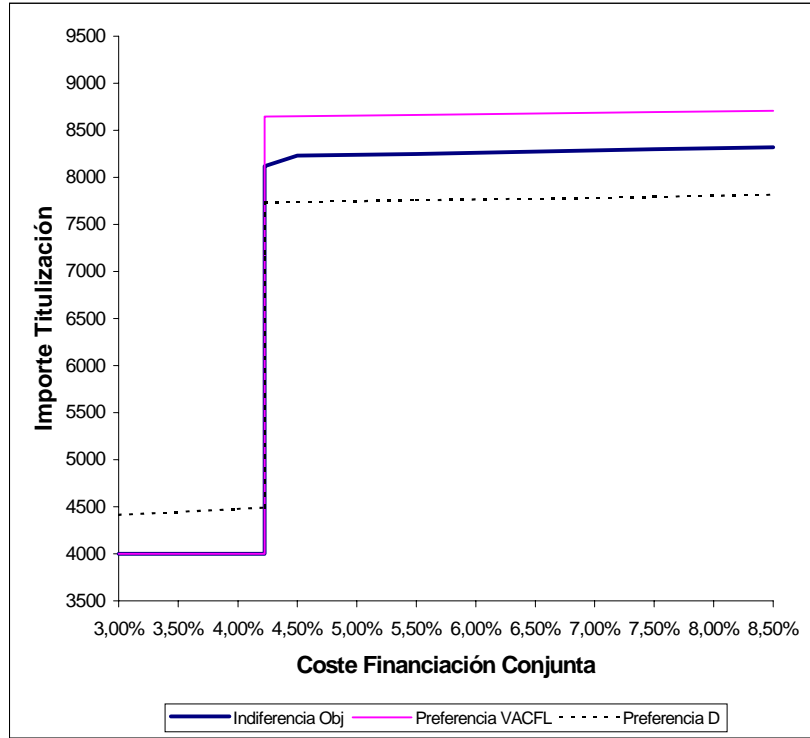
En este caso, para costes de la financiación conjunta muy inferiores al de la titulización neto de impuestos, los recursos óptimos a obtener a través de la titulización son 6.758 u.m. y para el resto de costes de la financiación de 7.194 u.m. Se trata de dos valores que, lógicamente, están incluidos en el intervalo en que pueden oscilar los recursos que genere la titulización, 4.000 y 9.000 u.m. Tal y como hemos definido la duración de los flujos de caja en (27), los cobros titulizados en cada periodo disminuyen la liquidez que genera el proyecto en dichos periodos, por lo que si queremos minimizar la duración tenderíamos a titular en mayor medida los cobros más alejados en el tiempo. Pero la aplicación

de esta premisa nos llevará a soportar, en términos absolutos, un mayor coste de la titulización que a su vez reducirá la liquidez del proyecto. Así, si pretendemos maximizar esta liquidez, el modelo nos lleva a titular cantidades no extremas y que dependen en mucha menor medida que el *VACFL* de la relación entre el coste de la titulización y el del resto de recursos que financian el proyecto.

La estructura de los cobros titulizados es también similar en ambos casos: se titulan importes inferiores a los que podrían alcanzarse dados los ratios de cobertura durante los primeros períodos, para cumplir después estrictamente con dichos ratios.

Tras analizar estos casos extremos en que buscábamos optimizar cada objetivo de forma independiente del otro, planteamos el volumen óptimo de titulización y la distribución de los cobros futuros a titular cuando el originador persiga los dos objetivos, maximizar *VACFL* y minimizar la duración, pero no muestre preferencias por ninguno de ellos. En este caso asociaremos, para cada objetivo, la máxima satisfacción a la solución ideal positiva y la mínima a la solución ideal negativa. El resto de niveles de satisfacción se obtendrán a partir de los correspondientes valores de las funciones de pertenencia tal y como las definimos en (35) y (36). El valor a optimizar γ corresponde a la satisfacción que proporcione el objetivo que satisfaga al originador en menor grado.

Gráfico 3.2. Volumen de titulación que optimiza simultáneamente VACFL y D para distintas preferencias del inversor y $K_T=6,5\%$



Al plantear el programa según estas premisas se obtienen los resultados reflejados en el Gráfico 3.2. bajo el lema “Indiferencia Obj”. Para costes de la financiación clásica inferiores al de la titulación, el volumen de titulación óptimo para el originador indiferente coincide con el que se obtenía al maximizar *VACFL* para el mismo tramo, 4.000. No obstante, cuando el coste de la financiación conjunta asciende por encima del de la titulación neto de impuestos, el volumen de recursos a obtener titulizando para el originador indiferente también asciende por encima del que se obtenía como óptimo para minimizar la duración, 7.194, pero sin alcanzar el valor de 9.000 que maximizaba *VACFL*.

Respecto a la estructura de los cobros a titular en cada período, cabe señalar que para los costes de la financiación clásica inferiores al de la titulación, pese a que el importe de financiación a obtener titulizando sea el mismo que cuando sólo se maximizaba *VACFL*, los importes a titular buscan minimizar la duración. Ya comentamos que si sólo pretendíamos maximizar *VACFL*, lo óptimo era amortizar

la titulización cuanto antes. Cuando pretendemos maximizar γ , es decir, tenemos también en cuenta la minimización de la duración, los cobros a titular se difieren hasta el máximo permitido, 15 períodos, siendo además en los últimos períodos cuando se agotan los ratios de cobertura (se titulan las mayores proporciones de recursos generados). Así el modelo intenta compatibilizar el objetivo de máximo resultado, financiándose el importe máximo con los recursos más baratos; con el de maximización de la liquidez, comprometiendo más los cobros más alejados para recuperar así cuanto antes su aportación.

Pero el programa utilizado, tal y como mostramos en el ejemplo inicial, también nos permite hallar el importe y la estructura de titulización que maximicen la satisfacción del originador cuando éste muestre ciertas preferencias respecto al objetivo de rentabilidad o el de liquidez. Si por ejemplo valora algo más el valor actual de los flujos que generará el proyecto que el hecho que los genere antes o después en el tiempo, puede mostrarlo asignando un nivel de satisfacción 0 al valor de $VACFL$ mínimo que acepta y los inferiores a éste; siendo este valor crítico superior a la solución ideal negativa de $VACFL$. Si valora más la liquidez, puede asignar una satisfacción 0 a duraciones inferiores a la solución ideal negativa.

En nuestro ejemplo:

$$VACFL_{SIP}=2380,26 \qquad VACFL_{SIN}=2136,46$$

$$D_{SIP}=4,77 \qquad D_{SIN}=5,45$$

Inicialmente ya planteamos el caso en que el originador fijó $[VACFL^-, VACFL^+]=[2250, 2380,26]$ y $[D^-, D^+]=[5, 5,45]$, es decir, mostraba cierta preferencia por el objetivo de maximizar $VACFL$. La solución del programa nos indicó que el óptimo era financiar con titulización 8.534,01, que con la distribución de los cobros a titular mostrada permitía alcanzar un $VACFL$ de 2.346,70 y la duración correspondiente, 5,02.

En el Gráfico 3.2. mostramos la evolución de los recursos a obtener mediante la titulización cuando su coste es del 6,5%, para distintos costes asociados al resto

de la financiación y para inversores que muestren distintas preferencias. Por un lado, se refleja el importe óptimo a titular para un inversor que muestra preferencia por maximizar $VACFL$ y por otro, para un inversor que muestra preferencia por minimizar D . En el caso del inversor que muestra preferencia por maximizar $VACFL$ hemos supuesto que éste nos ha transmitido estas preferencias proporcionándonos, para todos los costes de la financiación analizados, los siguientes $VACFL^-$, $VACFL^+$, D^- y D^+ :

$$VACFL^- = VACFL_{SIN} + 0,5(VACFL_{SIP} - VACFL_{SIN})$$

$$VACFL^+ = VACFL_{SIP}$$

$$D^- = D_{SIP} + 0,5(D_{SIN} - D_{SIP})$$

$$D^+ = D_{SIN}$$

Tal y como están definidos todos sus $VACFL^-$, $VACFL^+$, D^- y D^+ , el inversor nos está indicando que, respecto a $VACFL$, el resultado no le proporciona la máxima satisfacción hasta llegar al máximo valor alcanzable, el que no tiene en cuenta la liquidez del proyecto. En cambio, los valores iguales o inferiores a $VACFL_{SIN} + 0,5(VACFL_{SIP} - VACFL_{SIN})$ ya no le aportan satisfacción alguna. De todo ello se deduce que este inversor es exigente con el resultado que genere $VACFL$, no está satisfecho hasta llegar a ciertos niveles. En cambio, es mucho menos exigente con la liquidez: obtiene la máxima satisfacción a partir de valores equidistantes entre la D_{SIP} y la D_{SIN} y la mínima para valores inferiores a D_{SIN} .

La financiación óptima a obtener mediante titulación para este inversor es la que se muestra en el Gráfico 3.2. bajo el lema "preferencia $VACFL$ ". Vemos que, de nuevo y como era de esperar, el programa recomienda recurrir al mínimo a la financiación mediante titulación cuando ésta es más cara que el resto; es decir, en este caso, para costes de la financiación conjunta netos de impuestos inferiores al 4,225%, el coste de la titulación neto de impuestos. Respecto a la estructura de cobros a titular, esta se prolonga hasta el último período, tal y como ya ocurría al maximizar γ sin preferencias; no obstante, en este caso, observamos

estructuras que aún teniendo en cuenta la liquidez, priman el objetivo de rentabilidad. Para un coste de la financiación conjunta neta de impuestos del 4%, por ejemplo, mostramos en la siguiente tabla la estructura óptima de cobros a titular cuando simplemente optimizamos *VACFL*, cuando optimizamos γ sin preferencias y cuando optimizamos γ con preferencia por *VACFL*: Para un mismo importe de la financiación óptima a obtener titulizando, 4.000, el programa proporciona estructuras de la titulización distintas.

<i>t</i>	<i>TIT_t</i> que max <i>VACFL</i> con Pref Total	<i>TIT_t</i> que max γ Con indif entre los Obj	<i>TIT_t</i> que max γ con cierta Pref por <i>VACFL</i>
1	866,67	866,67	866,67
2	901,33	642,65	901,33
3	937,39	193,13	937,39
4	974,88	193,13	537,59
5	1013,88	193,13	100,15
6	171,79	193,13	100,15
7	0,00	193,13	100,15
8	0,00	193,13	100,15
9	0,00	193,13	100,15
10	0,00	193,13	100,15
11	0,00	193,13	100,15
12	0,00	301,19	100,15
13	0,00	1.040,67	100,15
14	0,00	1.082,30	584,01
15	0,00	1.125,59	1.125,59

Si pretendiéramos únicamente maximizar *VACFL* sin considerar la liquidez del proyecto, el óptimo sería titular al máximo durante los primeros períodos para así amortizar esta fuente de financiación más cara cuanto antes. En concreto, el último cobro titulado que además tiene un importe residual, corresponde al período 6, siendo el resto de cobros titulados hasta ese período los máximos que permiten cumplir con los ratios de cobertura. De esta manera se obtiene un *VACFL*=3.911 y *D*=9,81. En los otros dos óptimos que mostramos, los correspondientes a la maximización de γ sin preferencias o dando preferencia a *VACFL*, ya comentamos que la titulización no vence hasta el límite permitido, en este caso 15, pero en la tabla observamos que las estructuras difieren si damos mayor preferencia a *VACFL* o no. Concretamente, con la estructura en que no se da preferencia a ninguno de los objetivos, se obtiene un *VACFL*=3.865 y *D*=7,26;

mientras que al dar preferencia a $VACFL$, pese a que el importe de la financiación que se obtiene titulizando es el mismo, la distinta estructura de los cobros titulizados permite alcanzar un $VACFL=3.888$ mientras que la liquidez disminuye hasta $D=8,5$.

En el mismo escenario de costes de la titulización del 6,5%, cuando el coste de la financiación conjunta está por encima del de la titulización neto de impuestos, el 4,225%, si el inversor muestra las preferencias descritas sobre el $VACFL$, la evolución del importe de la titulización óptimo para cada coste de la financiación conjunta se refleja también en el Gráfico 3.2. Se trata de importes superiores a los que se obtendrían titulizando cuando el inversor no muestra ninguna preferencia, resultado que cabía esperar dado que el menor coste de la titulización permite al originador alcanzar $VACFL$ superiores si aumenta la proporción de esta en la financiación del proyecto.

Para finalizar con el análisis de los resultados que se obtendrían en el escenario de costes de la titulización del 6,5%, nos centramos en la evolución del importe de la titulización para distintos costes del resto de la financiación cuando el inversor muestra ciertas preferencias por la maximización de la liquidez.

En este caso, para cada coste de la financiación conjunta hemos hallado el volumen y la estructura de titulización óptimos para un inversor que mostrara sus preferencias a través de las siguientes $VACFL^-$, $VACFL^+$, D^- y D^+ :

$$VACFL^- = VACFL_{SIN}$$

$$VACFL^+ = VACFL_{SIP} - 0,5(VACFL_{SIP} - VACFL_{SIN})$$

$$D^- = D_{SIP}$$

$$D^+ = D_{SIN} - 0,5(D_{SIN} - D_{SIP})$$

Por un lado, el originador nos indica que alcanza la máxima satisfacción para *VACFL* inferiores a los que podría aspirar dados los datos en que se basa. En cambio, es mucho más exigente con la liquidez del proyecto, ya que asigna valores que corresponden a la satisfacción nula para duraciones inferiores a $D_{SIN} - 0,5(D_{SIN} - D_{SIP})$.

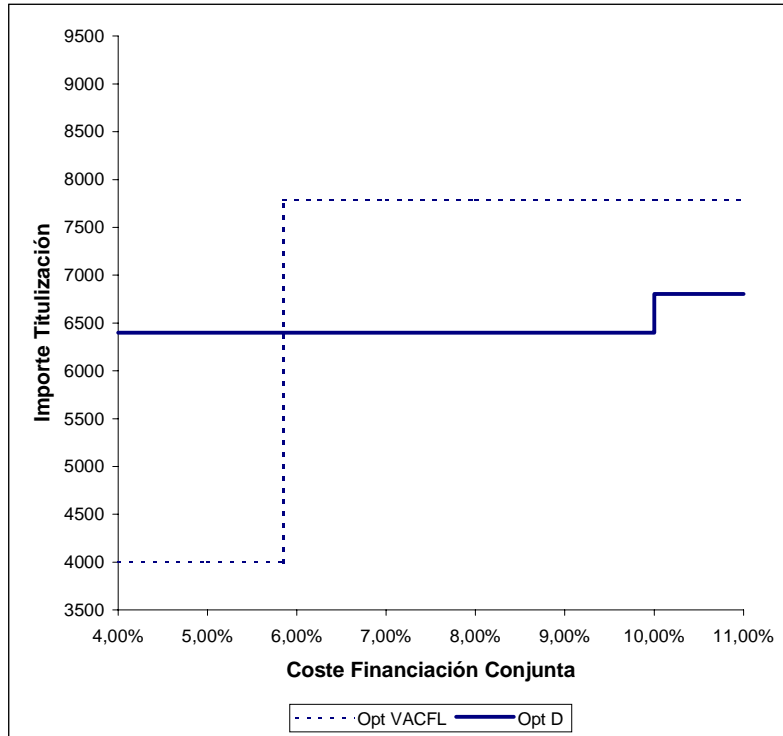
En el Gráfico 3.2. vemos que el importe de la financiación mediante titulación óptima en estos casos es creciente y se sitúa por encima del que maximiza el *VACFL* y del que maximiza γ sin preferencias y con preferencias por *VACFL*. A medida que aumenta el coste de la financiación clásica, aumenta el volumen de financiación óptimo a obtener titulizando; pero al primar la liquidez sobre la rentabilidad este volumen es inferior al que aplicamos cuando no se prefiere ninguno de los objetivos.

Respecto a la estructura óptima de los cobros a titular, se observa tanto para los costes de la financiación conjunta inferiores como para los superiores al de la titulación neta de impuestos, que el óptimo es diferir al máximo la amortización de la titulación: durante los primeros períodos los cobros titulizados son inferiores, titulizando hasta agotar las coberturas exigidas en los últimos.

En un contexto de tipos de interés superiores, donde la titulación supusiera un coste para el originador del 9%, realizaremos un análisis similar al que hemos mostrado para un coste de la titulación del 6,5%. Veremos cual es el volumen y la estructura óptima de la titulación para distintos costes asociados al resto de la financiación y diferentes preferencias del inversor respecto a los objetivos finales de liquidez y rentabilidad.

El coste de la titulación neto de impuestos asociado a un coste bruto del 9% es del 5,85%. Iniciamos el análisis de sensibilidad en este contexto de tipos igual que en el caso anterior, mostrando los resultados que genera el programa cuando nos inclinamos únicamente por uno de los objetivos, ya sea maximizar *VACFL* o minimizar *D*, asociando a cualquier valor del objetivo que descartamos incluido entre las soluciones ideales el nivel de satisfacción 1.

Gráfico 3.3. Volumen de titulación que optimiza cada objetivo de forma independiente con $K_T=9\%$

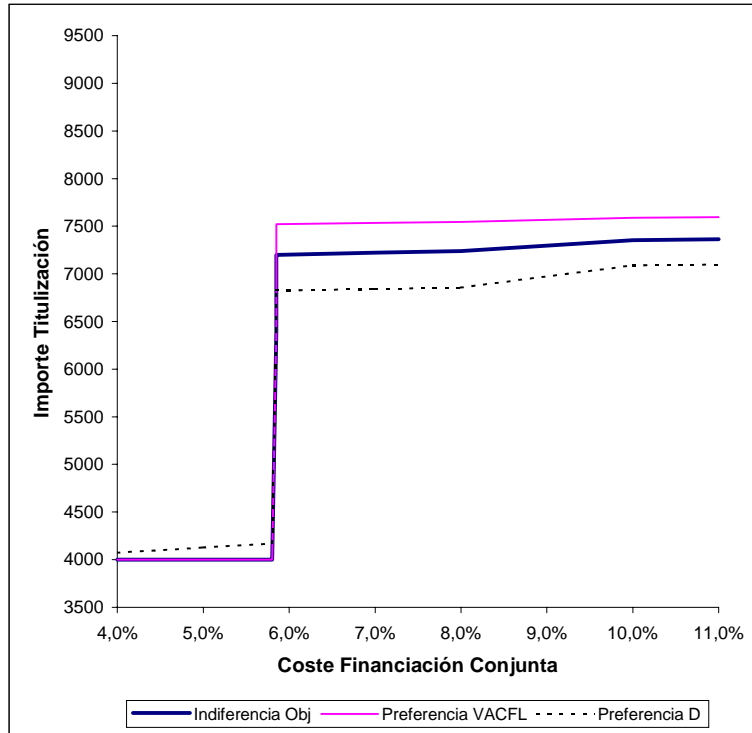


Si el inversor se inclinara únicamente por optimizar el resultado del proyecto a través de la maximización de *VACFL*, en el Gráfico 3.3. mostramos que para costes de la financiación dentro de balance inferiores al de la titulación, el importe óptimo a titular es 4.000, el mínimo, al igual que en el anterior escenario de tipos de interés. No obstante, si el resto de la financiación fuera más cara que la titulación, no titularíamos el máximo, 9.000, sino sólo 7786. Ello se explica porque a estos niveles más altos de tipos, titular más no nos permitiría cumplir con los ratios de cobertura. Así, son estas restricciones de solvencia las que limitan el importe de la titulación en estos contextos de tipos más altos; pero la premisa que subyace en el programa cuando únicamente pretendemos maximizar *VACFL* es la misma en cualquier contexto: recurrir al máximo a la fuente de financiación más barata. Respecto a la estructura de los cobros a titular, el programa nos indica que la estructura óptima depende de nuevo, independientemente del contexto de tipos, de la relación entre los costes de las alternativas de financiación. Si la titulación es más cara, la estructura óptima

será aquella que nos permita amortizar más rápidamente esta fuente de recursos. Para ello, el programa nos indica que se titularían parte de los cobros obtenidos desde el período 1 hasta el 6, teniendo siempre en cuenta el cumplimiento de los ratios de cobertura exigidos. Cuando la titulación es la alternativa de financiación más barata, el programa nos lleva a titular cobros durante los 15 períodos con la única limitación ya indicada del cumplimiento de las medidas de solvencia exigidas.

En el otro extremo, si el originador de todo el proceso estuviera interesado únicamente en la maximización de la liquidez del proyecto, la titulación óptima para cada coste de la financiación conjunta se muestra en el Gráfico 3.3. Igual que en el contexto de tipos anterior, aparecen como solución óptima a los recursos a obtener titulando únicamente dos valores, uno inferior, 6.400, asociado a costes del resto de recursos más bajos y otro volumen de titulación superior, 6.801, asociado a costes de la financiación conjunta más altos. No obstante, tal y como ya indicamos al comentar los resultados obtenidos en el anterior contexto de tipos de interés, la relación entre la solución obtenida y los costes de la financiación no es tan evidente como al maximizar únicamente *VACFL*. Para algunos costes de la financiación tradicional superiores a los de la titulación neta de impuestos, se mantiene como resultado el valor inferior de la titulación, 6.400. Respecto a la estructura de los cobros titulados, es similar para cualquiera de los costes: se titulan importes inferiores a los que podrían alcanzarse dados los ratios de cobertura durante los primeros períodos, para cumplir después estrictamente con dichos ratios.

Gráfico 3.4. Volumen de titulación que optimiza simultáneamente VACFL y D para distintas preferencias del inversor y $K_T=9\%$



En el Gráfico 3.4. mostramos el volumen de titulación óptimo para el originador cuando este quiere tener en cuenta los dos objetivos del programa, maximizar *VACFL* y minimizar *D*, pero no muestra preferencias claras hacia ninguno de los dos. Entonces, la satisfacción que obtiene a partir de los valores que alcancen *VACFL* y *D* va desde 0, cuando *VACFL* toma su valor mínimo o *D* el máximo, hasta 1, cuando se alcanzan los valores correspondientes a las soluciones ideales positivas. Así, los volúmenes de titulación reflejados en el Gráfico 3.4. son aquellos que maximizan, para cada coste de la financiación conjunta, el valor a optimizar γ , es decir, la satisfacción que proporciona el objetivo que satisface al originador en menor grado.

Al igual que para el escenario de tipos de interés intermedio con la titulación al 6,5%, para costes del resto de la financiación inferiores al de la titulación el programa nos indica como óptimo recurrir al máximo a las fuentes más baratas. En cambio, cuando la titulación es más barata que el resto, el recurso a esta

fuente crece con los costes de la financiación conjunta situándose en valores intermedios entre los que optimizarían $VACFL$ y D .

Los valores de γ que se alcanzan en este escenario de tipos cuando el inversor no se decanta por ninguno de los objetivos están entre 0,5 y 0,8. Recordemos que estos valores se obtienen del nivel de satisfacción mínimo entre los que se derivan de los dos objetivos. Si observamos el grado de satisfacción que proporciona cada objetivo vemos que en la mayoría de los casos el valor mínimo que toma γ está muy cercano al grado de satisfacción de los dos objetivos iniciales; así, la solución óptima en estos casos suele proporcionar niveles de satisfacción muy similares para ambos objetivos.

Por último, en el Gráfico 3.4. mostramos la evolución de los fondos obtenidos titulizando cuando el inversor muestra preferencias por alguno de los objetivos, ya sea el de maximizar $VACFL$ o el de minimizar D .

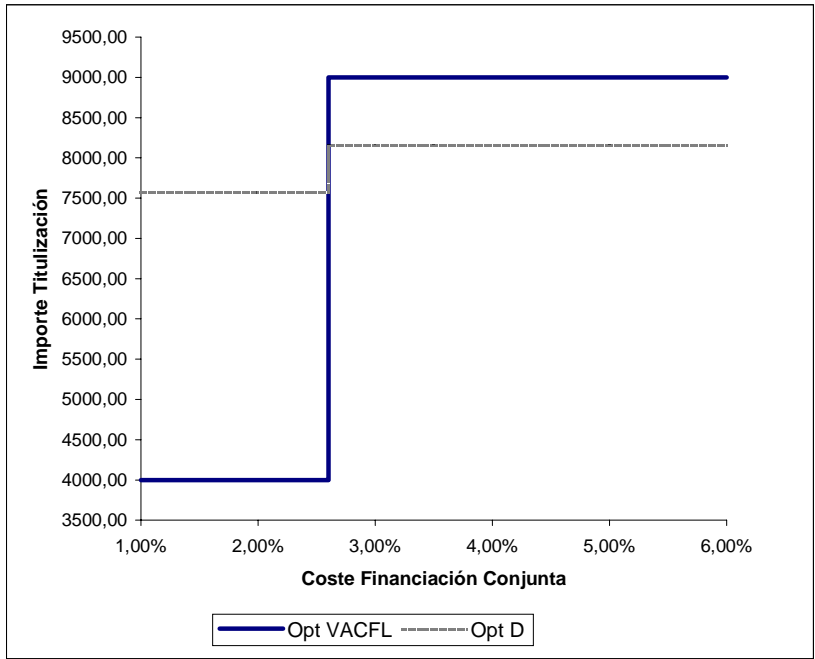
Los datos referentes a la preferencia por $VACFL$ y por D corresponden al mismo caso concreto que aplicamos en el anterior escenario de tipos. En el caso de la preferencia por $VACFL$ suponemos de nuevo que el inversor ha fijado $VACFL^- = VACFL_{SIN}$ y $VACFL^+ = VACFL_{SIP} - 0,5(VACFL_{SIP} - VACFL_{SIN})$. En cambio, cuando se inclina más por la liquidez nos basamos en $D^- = D_{SIP}$ y $D^+ = D_{SIN} - 0,5(D_{SIN} - D_{SIP})$.

Los resultados obtenidos para ambos perfiles de inversor no difieren en su relación con los obtenidos bajo el resto de supuestos de lo observado para el contexto de tipos de interés medios donde el coste de la titulización era inferior, del 6,5%. Cuando el inversor muestra preferencia por $VACFL$ se observa de nuevo que el óptimo es titular al mínimo cuando la titulización es la fuente de financiación más cara, para titular de forma creciente en el tramo de costes superiores al de la titulización, a medida que éstos van aumentando. No obstante, este volumen de titulización óptimo se mantiene, como cabía esperar, entre el correspondiente al inversor que no muestra preferencias por ningún objetivo y el que se inclina totalmente por la maximización de $VACFL$. Las estructuras de los cobros titulizados también siguen las mismas pautas que las ya comentadas en el contexto de tipos de interés medios. Por otro lado, si el originador muestra

preferencia por la maximización de la liquidez generada por el proyecto, los volúmenes óptimos de titulación también muestran una evolución similar al escenario de tipos intermedio: estos volúmenes están siempre por debajo de los que maximizan *VACFL* mientras que, respecto a los que minimizan *D*, quedan por debajo para los costes más bajos y por encima para los superiores.

Finalmente, mostramos la evolución y comentamos brevemente los volúmenes óptimos de la financiación a obtener titulizando cuando los costes de la titulación son del 4%, el 2,6% neto de impuestos; es decir, el que denominamos escenario de tipos de interés bajos. Las tendencias y relaciones entre las cantidades a titular para cada postura del inversor no difieren significativamente de las comentadas para los otros dos contextos de tipos.

Gráfico 3.5. Volumen de titulación que optimiza cada objetivo de forma independiente con $K_T=4\%$

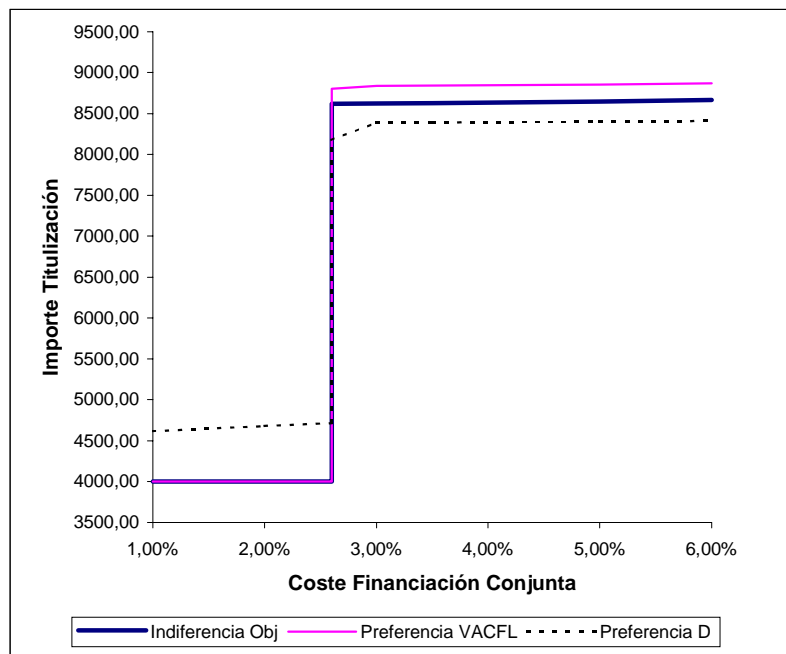


Si sólo consideráramos uno de los dos objetivos, al buscar maximizar *VACFL* recurriríamos al máximo a la fuente más barata; y al minimizar *D* exclusivamente, se opta por titular menos cuando resulta más caro y más para los costes de la

financiación conjunta más altos, sin llegar en ninguno de los casos al importe mínimo y máximo que podría titulizarse. Todo ello se muestra en el Gráfico 3.5.

Al considerar simultáneamente ambos objetivos, la tendencia de las cantidades a titularizar para cada coste de la financiación conjunta es la misma que para el resto de escenarios analizados tal y como mostramos en el Gráfico 3.6.; para los costes más bajos de la financiación conjunta se tituliza al mínimo y en cambio para el resto de costes se recurre más a la titulización aunque sin llegar en ningún caso al importe máximo. La distribución temporal de los cobros titulizados también sigue las pautas mostradas y comentadas en los otros escenarios.

Gráfico 3.6. Volumen de titulización que optimiza simultáneamente VACFL y D para distintas preferencias del inversor y $K_T=4\%$



Cuando el originador considera ambos objetivos pero mostrando a su vez preferencias por uno de ellos, vemos en el Gráfico 3.6. que el importe óptimo de los cobros titulizados discurre, al igual que en los otros escenarios, siendo igual o superior al que se obtiene sin mostrar preferencias en el caso en que nos inclinamos por *VACFL*; y por encima para costes de la financiación conjunta más bajos y por debajo para los costes superiores al inclinarnos por *D*.

3.3.2.9. Adaptación del programa al supuesto en que el originador es un ente público.

La titulación es un instrumento que permite obtener financiación para la construcción de infraestructuras como las autopistas de peaje, independientemente de que el promotor del proyecto sea una sociedad concesionaria de carácter absolutamente privado, o un organismo público. El requisito imprescindible que el proyecto de inversión debe cumplir para ser susceptible de obtener financiación titulizando, es que genere cobros futuros relativamente homogéneos y previsibles.

Tal y como comentamos en este mismo capítulo, en el epígrafe 3.2.2.2, la titulación puede ser el instrumento que permita evitar las ineficiencias que pueden derivarse de la construcción y financiación de autopistas por parte de sociedades concesionarias privadas; y a su vez, limite el recurso a los fondos públicos sin que la participación del sector público en el proyecto implique, por tanto, inconveniente alguno para el logro del objetivo de equilibrio presupuestario. A su vez, la titulación es un sistema de financiación que, como ya hemos descrito, supone una alta implicación en términos de riesgo por parte del inversor: al titular cobros futuros el estado no sólo consigue financiación, sino que además se desprende del riesgo de que finalmente no se generen dichos cobros.

Además, la titulación puede contribuir a la solución del problema alrededor de la financiación de las infraestructuras de transporte europeas reconocida por la Comisión Europea.⁹⁰ Tal y como ya expusimos, en su Libro Blanco sobre política europea de transportes, la Comisión reconoce que es necesario hallar vías innovadoras de financiación, tanto en el ámbito privado como en el público.

La titulación implica una búsqueda de financiación en el mercado que no tiene porque llevar asociada ningún tipo de garantía del estado, con lo que éste debe realizar previsiones y ofrecer información fiable, si pretende atraer realmente a los posibles inversores. Ello le lleva a desarrollar un análisis de la viabilidad del proyecto que quizás no se plantearía en otras circunstancias. Este hecho puede

⁹⁰ Véase COMISIÓN EUROPEA (2001b).

contribuir a que el estado lleve a cabo los proyectos que realmente estén justificados y establezca un orden de prioridades.

Los bonos de titulación resultantes del programa que a continuación planteamos, constituirían emisiones muy similares a los *Revenue Bonds* estadounidenses, en concreto, a los *Transportation Revenue Bonds*, que fueron descritos en el epígrafe 3.1.3.2.

Trujillo⁹¹ destaca entre las ventajas que puede reportar la titulación de cobros generados por el uso de infraestructuras cuando el originador es el sector público, la no utilización de recursos públicos; y la posibilidad de que la iniciativa privada participe en el proyecto únicamente en aquellos aspectos donde se observen posibilidades de que su intervención pueda suponer un aumento de la eficiencia.

Nuestro propósito es, al igual que en el caso en que consideramos que el originador era una sociedad privada, proporcionar al inversor público en el proyecto de infraestructuras un instrumento que le permita, una vez haya optado por la titulación, determinar el volumen y estructura óptimos de los cobros por peajes futuros a titular en su caso. Entonces, partimos en este caso de la primera de las premisas que plantea Trujillo, la minimización del recurso al presupuesto público.

Así, si el sector público se plantea titular peajes de autopista o similares será con un objetivo último: minimizar el recurso a otras fuentes de financiación; es decir, minimizar el recurso a la financiación presupuestaria. Con ello contribuirá al equilibrio presupuestario y a su vez se desprenderá en la medida de lo posible del riesgo de que finalmente no se cobraran los peajes esperados. Éste será el primer objetivo a cumplir en el programa que planteamos:

Minimizar *OF*

(38)

⁹¹ Véase TRUJILLO (1998).

Siendo *OF* las otras fuentes de financiación de la autopista, es decir, las que aporte el ente público originador; que podrán derivarse de sus ingresos o directamente de la emisión de deuda; en definitiva, la financiación a cargo del presupuesto público.

No obstante, ello no implica que no puedan contemplarse otros objetivos secundarios. Cabe plantearse la postura del estado u organismo público que gestione la operación ante la liquidez generada por el proyecto de inversión y la posibilidad de obtener excedentes o pérdidas. Cuando el sector público se plantea titular no busca obtener beneficios gracias a esta fuente de financiación; tampoco suele observarse entre sus objetivos básicos la rápida recuperación de la inversión realizada. No obstante, aún considerando que su objetivo básico no sea el de obtener beneficios ni el de maximizar la liquidez del proyecto, lo que sí exigirá es, al menos, que la inversión no genere pérdidas. De alguna manera, con este objetivo, tenemos en cuenta la eficiencia de la inversión en la autopista de peaje. Al exponer en el epígrafe 1.4.2. los objetivos de la red transeuropea de transportes que desarrollaron el Parlamento y la Comisión Europea, ya mostramos entre éstos que los proyectos que se emprendieran debían ser, en la medida de lo posible, económicamente viables; así, la administración puede no plantearse minimizar el plazo de recuperación de sus inversiones o alcanzar cierto umbral de beneficios, pero parece que sí debería preocuparle que las inversiones en infraestructuras de transporte que emprenda, al menos, no sean deficitarias.

Los resultados generados por la inversión los expresaremos a partir del valor que tomen sus flujos de caja. Al igual que cuando establecimos los CF_t que generaba un proyecto de inversión realizado por un ente privado, éste se obtendrá, en cada período, por la diferencia entre los ingresos y los gastos que genere la explotación del proyecto, restando además los cobros que se titulicen en cada período, TIT_t . Se trata de los excedentes generados por la inversión en cada período antes de restar, en su caso, el coste asociado a las otras fuentes de financiación en que se base.

En (3), al expresar los CF_t cuando el promotor era una empresa privada, considerábamos para su cálculo el impuesto a pagar en cada período; en cambio,

cuando el proyecto lo lleva a cabo un organismo público suponemos que queda eximido del pago de impuestos y, por tanto, podemos expresar CF_t como sigue:

$$CF_t = ING_t - GTOS_t - TIT_t = RGE_t - TIT_t$$

Siendo ING_t , $GTOS_t$, TIT_t y RGE_t los que ya definimos en el epígrafe 3.3.2.1.

Así, la maximización de los resultados generados por el proyecto, puede expresarse como:

$$\text{Maximizar } VACFL = -OF + \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+k)^t} = -OF + \sum_{t=1}^n \frac{RGE_t - TIT_t}{(1+k)^t} \quad (39)$$

Siendo k el coste de las otras fuentes de financiación del proyecto. Dado que nos estamos planteando la titulación cuando el originador es un ente público, consideramos que este coste de las otras fuentes de financiación del proyecto es el coste de la deuda pública. Podemos utilizar un coste medio o el coste de emisiones de vencimiento similar al del proyecto.

Partiendo de estas premisa, los dos objetivos propuestos son objetivos que normalmente entrarán en conflicto. Dado que el originador es un ente público, es probable que el coste global de la titulación sea $k_T > k$ ya que las emisiones de deuda pública están exentas de riesgo de insolvencia. Entonces el menor coste de la deuda pública nos llevaría a reducir la titulación al mínimo, ya que como fuente de financiación es mas cara; para, de esta forma, obtener el máximo $VACFL$. Pero el primer objetivo que planteamos, la minimización de OF , buscará justamente todo lo contrario, maximizar la fuente de financiación alternativa: la titulación.

Entonces, nos hallamos de nuevo ante un programa bi-objetivo donde nos planteamos el volumen de financiación a obtener titulizando y la estructura de los cobros a titular, que minimicen el recurso al presupuesto público y maximicen la rentabilidad que genere el proyecto de autopistas. La solución óptima de este

programa estará condicionada por el cumplimiento de una serie de restricciones que a continuación definimos y justificamos.

Por un lado, debemos tener en cuenta que con los fondos obtenidos titulizando $\left(\sum_{t=1}^n \frac{TIT_t}{(1+k_T)^t} \right)$, más los que provengan de otras fuentes de financiación (OF), el inversor deberá obtener los recursos suficientes para afrontar el desembolso inicial (DI) asociado al proyecto de inversión. Con DI nos referimos estrictamente a los pagos vinculados directamente a la construcción y puesta en funcionamiento de la autopista; y en ningún caso, a los gastos iniciales asociados a la titulación, que están incluidos en k_T .

Así, definimos la primera restricción como sigue:

$$OF + \sum_{t=1}^n \frac{TIT_t}{(1+k_T)^t} = DI \quad (40)$$

También es probable que a la administración pública que promueve el proyecto se le planteen ciertas limitaciones respecto al volumen de recursos que puede aportar para completar la financiación a obtener titulizando. Puede que el originador fije un volumen máximo de su aportación, que denominaremos OF_{Max} , con lo que estará fijando a su vez el importe mínimo de la financiación a obtener titulizando. Del mismo modo se establecerá un importe mínimo para OF , al que denominaremos OF_{Min} , que vendrá delimitado por el volumen máximo de recursos que podrá proporcionar la titulación al proyecto.

De esta manera quedarán definidas las siguientes dos restricciones:

$$OF \geq OF_{Min} \quad (41)$$

$$OF \leq OF_{Max} \quad (42)$$

La estructura de los cobros titulizados en cada período determinan la de los pagos que generarán la emisión de bonos y, en definitiva, las fuentes de financiación del pasivo del fondo de titulación que comprará dichos cobros. Así, si pretendemos que los cobros titulizados alcancen un importe mínimo en cada período, añadiremos las restricciones que ya definimos en (31) al plantear el programa cuando el originador no era el sector público.

$$TIT_t \geq \lambda_t, t=1, 2, \dots, n \quad (43)$$

Como ya comentamos en el epígrafe 3.2.4.3., sobre los indicadores financieros que inciden en la calificación de los bonos a emitir, un indicador tradicional de la calidad de los bonos respaldados por peajes de autopistas, es la cobertura que dichos peajes ofrecen sobre la deuda emitida. Los ratios de cobertura que se deduzcan de los cobros por peajes previstos serán determinantes para la solvencia y la rentabilidad asociada a los bonos. Aunque el originador del proceso de titulación sea un ente público en el caso que nos ocupa, queremos remarcar que los pagos que en el futuro generarán los bonos a emitir se atenderán con los cobros derivados de los peajes. Así, al igual que en el programa a resolver cuando el originador era una empresa privada, añadiremos las restricciones que reflejen la cobertura exigida a los cobros por peajes en cada período.

A partir del ratio de cobertura tal y como se definió en (32); y teniendo en cuenta que COB_t^* es el valor del ratio de cobertura exigido para cada período t , se establecen las siguientes restricciones para cada uno de los períodos de vida de la emisión de titulación:

$$RGE_t - COB_t^* TIT_t \geq 0, t=1, 2, \dots, n \quad (44)$$

Por último, y sólo en el caso en que no se añadieran las restricciones planteadas en (43), exigiremos que los cobros a titular en cada período nunca tomen un signo negativo.

$$TIT_t \geq 0, t=1, 2, \dots, n \quad (45)$$

Entonces, el modelo puede resumirse a partir de (38), (39), (40), (41), (42), (43), (44) y (45) como sigue:

Minimizar OF

$$\text{Maximizar } VACFL = -OF + \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+k)^t}$$

Sujeto a:

$$OF + \sum_{t=1}^n \frac{TIT_t}{(1+k_T)^t} = DI$$

$$OF \geq OF_{Min}$$

$$OF \leq OF_{Max}$$

$$TIT_t \geq \lambda_t, \quad t=1, 2, \dots, n$$

$$RGE_t - COB_t^* TIT_t \geq 0, \quad t=1, 2, \dots, n$$

$$TIT_t \geq 0, \quad t=1, 2, \dots, n$$

Con todo ello, nos hallamos de nuevo ante un programa multiobjetivo donde probablemente, los objetivos de minimizar el recurso al presupuesto y maximizar la rentabilidad que genere el proyecto, entren en conflicto. Para su resolución, emplearemos la misma metodología que en el caso planteado cuando el originador era un ente privado.

Se realizará como paso previo a la resolución del programa un análisis de sensibilidad a partir del que podrán obtenerse las soluciones ideales positivas (SIP) y negativas (SIN) correspondientes a cada objetivo.

Calcularemos el importe de los cobros futuros a titular y la distribución temporal de estos que minimiza el recurso al resto de fuentes de financiación, OF , de los que se obtendrán OF_{SIP} y para la liquidez del proyecto $VACFL_{SIN}$. Por otro lado, maximizando $VACFL$ prescindiendo del objetivo de minimización de OF , se obtendrán $VACFL_{SIP}$ y también el correspondiente OF_{SIN} . Estos valores delimitan el conjunto de soluciones que podrá obtener el originador y pueden ser útiles para la resolución del programa.

Tal y como expusimos en el epígrafe 3.3.2.6. y con las mismas motivaciones, optamos por la programación borrosa. En este caso, el decisor podrá mostrar sus preferencias respecto a los objetivos de minimización del recurso al presupuesto y maximización de la liquidez generada por el proyecto. Estas quedarán reflejadas en sendas funciones de pertenencia. El ente público originador de la titulación en este caso, deberá plantearse si valora en mayor medida que se consiga reducir el importe del resto de fuentes de financiación, o bien el mayor o menor valor que finalmente genere la inversión en la autopista. De todas formas, el importe que finalmente corresponda a OF estará delimitado por su valor mínimo (OF_{SIP}) y su valor máximo (OF_{SIN}). Y también los recursos que genere el proyecto tomarán al menos su valor mínimo ($VACFL_{SIN}$) y en ningún caso podrán superar el máximo ($VACFL_{SIP}$).

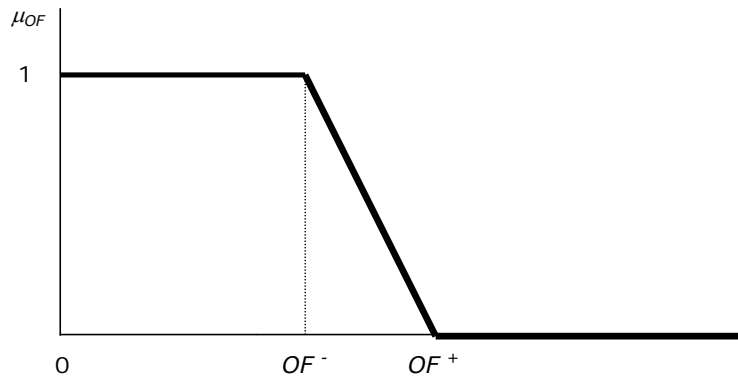
Partiendo del intervalo de valores que delimitan las soluciones ideales positivas y negativas que pueden alcanzarse con cada objetivo, el originador podrá perfilar sus preferencias mostrando la importancia que para él tiene el grado de cumplimiento alcanzado para cada uno de los objetivos. Remarcamos de nuevo que en el caso que nos planteamos, el decisor tenderá a priorizar el volumen que se financia con presupuestos generales sobre los resultados obtenidos.

El originador establecerá un valor al que denominaremos OF^- , que nos indicará que si este fuera el que finalmente se obtuviera al resolver el programa, alcanzaría la máxima satisfacción con el objetivo de minimización del recurso al presupuesto. Lógicamente, este valor deberá cumplir que $OF^- \geq OF_{SIP}$, y reflejará que para el originador este objetivo cobra mayor importancia cuanto más cercano esté de OF_{SIP} . El decisor también deberá establecer un valor para OF^+

correspondiente al volumen de financiación obtenida por otras fuentes al que asociaría un grado de satisfacción mínimo. Este valor deberá cumplir $OF^+ \leq OF_{SIN}$; no tiene sentido que se asigne satisfacción alguna a volúmenes de recursos que superen al que se obtiene cuando el programa no contempla este objetivo, sino que únicamente busca maximizar la liquidez. A partir de estos dos valores extremos OF^- y OF^+ , a los que asignaremos el valor 1 y 0 respectivamente en la correspondiente función de pertenencia, podemos obtener el resto de valores que conformarán dicha función, μ_{OF} , utilizando su expresión analítica:

$$\mu_{OF} = \begin{cases} 1 & OF < OF^- \\ \frac{OF^+ - OF}{OF^+ - OF^-} & OF^+ \geq OF \geq OF^- \\ 0 & OF > OF^+ \end{cases} \quad (46)$$

Pudiendo representarse la misma como sigue:



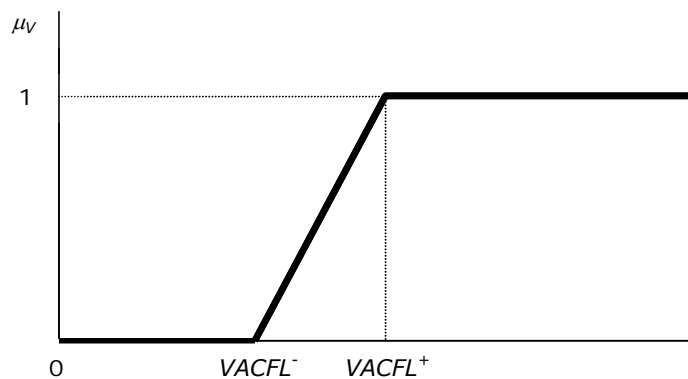
Respecto al objetivo de maximización de $VACFL$, el originador fijará el valor actual de los beneficios obtenidos a partir del que alcanza la máxima satisfacción, al que denominaremos $VACFL^+$. Cualquier resultado superior a este también proporcionaría, lógicamente, la máxima satisfacción; es decir, en la correspondiente función de pertenencia se les asignaría el valor 1; y en cualquier caso, $VACFL^+ \leq VACFL_{SIP}$. El organismo público originador del proceso de titulación establecerá también los resultados generados por la inversión a partir de los que la satisfacción obtenida es nula, es decir, el valor de $VACFL^-$. Si el

proyecto de autopistas genera unos recursos iguales o inferiores a $VACFL^-$, la función de pertenencia es nula; y por último, deberemos tener en cuenta que no tiene sentido asignar satisfacción alguna a la obtención de unos recursos generados por el proyecto inferiores a los que maximizan OF , es decir, deberá cumplirse que $VACFL \geq VACFL_{MIN}$. Una vez decididos los valores que deberán tomar $VACFL^+$ y $VACFL^-$, se asigna una gradación al resto de valores intermedios en la función de pertenencia a través de la ecuación $\frac{VACFL - VACFL^-}{VACFL^+ - VACFL^-}$.

Entonces, la expresión analítica de la función de pertenencia de $VACFL$, μ_V , será:

$$\mu_V = \begin{cases} 1 & VACFL > VACFL^+ \\ \frac{VACFL - VACFL^-}{VACFL^+ - VACFL^-} & VACFL^+ \geq VACFL \geq VACFL^- \\ 0 & VACFL < VACFL^- \end{cases} \quad (47)$$

Y su representación gráfica sería la siguiente:



Una vez establecidos los grados de satisfacción que proporcionarían al inversor los valores que puedan tomar OF y $VACFL$, podemos resolver el programa matemático planteado. El valor que finalmente alcancen ambos objetivos depende de los valores que tomen los cobros titulizados en cada período, TIT_t , con lo que nuestra pretensión es la obtención de los TIT_t que alcancen de forma simultánea el cumplimiento de ambos objetivos, teniendo en cuenta la importancia que cada

uno de estos tiene para el inversor. Para ello, definimos γ a partir de la siguiente expresión:

$$\gamma = \text{Min}\{\mu_{OF}, \mu_V\} \quad (48)$$

Así, γ debe ser maximizada, ya que mide es el grado de satisfacción conjunto que proporciona al inversor los valores que alcancen OF y $VACFL$.

Podemos pues plantear el programa a resolver a partir de (40), (41), (42), (43), (44), (45); y considerando (48), como:

$$\text{Max } f = \gamma$$

Sujeto a:

$$\frac{OF^+ - OF}{OF^+ - OF^-} \geq \gamma$$

$$\frac{VACFL - VACFL^-}{VACFL^+ - VACFL^-} \geq \gamma$$

$$OF + \sum_{t=1}^n \frac{TIT_t}{(1 + k_T)^t} = DI$$

$$OF \geq OF_{Min}$$

$$OF \leq OF_{Max}$$

$$TIT_t \geq \lambda_t, \quad t=1, 2, \dots, n$$

$$RGE_t - COB_t^* TIT_t \geq 0, \quad t=1, 2, \dots, n$$

$$TIT_t \geq 0, t=1, 2, \dots, n$$

$$0 \leq \gamma \leq 1$$

Siendo las variables de decisión γ , OF y TIT_t , para $t=1, 2, \dots, n$.

A continuación presentamos una aplicación numérica de este modelo. Nos basamos en el mismo proyecto ya considerado en el epígrafe 3.3.2.8. No obstante, en este caso el originador es un ente público, con las consecuentes diferencias; los objetivos, restricciones y limitaciones del originador pueden ser distintos, con lo que es posible que los resultados obtenidos también difieran de los considerados óptimos para el originador privado.

Así, partimos del supuesto en que un ente público se plantea la construcción, financiación y gestión de un nuevo tramo de autopista, que requiere una inversión inicial de 10.000 unidades monetarias. Consideramos que el importe máximo que está dispuesto a aportar el inversor, cuyo origen está en el recurso al presupuesto público correspondiente, es el 60% de la inversión inicial necesaria. Dada la solvencia que alcanzan las emisiones de dicho organismo público en el mercado para plazos similares al del proyecto que nos ocupa, el coste de la aportación del originador se estima que será del 5%.

El organismo público inversor se ha planteado financiar parte de este proyecto de autopista mediante la titulación de los cobros por peajes que ésta va a generar en el futuro. Su objetivo radica en que el importe de los cobros que se titulicen en cada período minimice el recurso al presupuesto y maximice el valor actual de los *cash-flow* libres. No obstante, la aportación al proyecto por parte del originador debe ser de al menos un 10% de la inversión inicial requerida para que las condiciones de la titulación sean las que planteamos a continuación.

La titulación se realizará sobre los cobros generados durante los primeros 15 años del proyecto y se estima que supondrá un coste para el originador del 6,5%. Los cobros titulizados en cada período deberán permitir, al menos, afrontar los costes financieros devengados en dicho período.

La previsión de ingresos y gastos de explotación durante estos primeros 15 años se realiza bajo el supuesto de que ambos serán crecientes a razón de un 4% anual acumulativo. A partir de estos datos ya podemos obtener los recursos generados por la inversión sin tener en cuenta los pagos que deberán atenderse debido al proceso de titulación. Dado que el ente público inversor no está sujeto al pago de impuestos, los recursos generados por la inversión en cada período t se obtendrán simplemente por la diferencia entre los ingresos y gastos derivados de la explotación de la autopista en cada período.

t	ING_t	$GTOS_t$	RGE_t
1	1500,00	200,00	1300,00
2	1560,00	208,00	1352,00
3	1622,40	216,32	1406,08
4	1687,30	224,97	1462,32
5	1754,79	233,97	1520,82
6	1824,98	243,33	1581,65
7	1897,98	253,06	1644,91
8	1973,90	263,19	1710,71
9	2052,85	273,71	1779,14
10	2134,97	284,66	1850,31
11	2220,37	296,05	1924,32
12	2309,18	307,89	2001,29
13	2401,55	320,21	2081,34
14	2497,61	333,01	2164,60
15	2597,51	346,34	2251,18

El coste de la titulación del 6,5% se halla condicionado al cumplimiento de una serie de ratios de cobertura. Estos se calcularán realizando el cociente entre la diferencia entre los ingresos y gastos, los recursos generados por la explotación, y los cobros titulizados. El valor mínimo que deberán alcanzar estos ratios de cobertura será creciente a menudo que transcurran los períodos y concretamente, de 1,5 durante los primeros 5 años, 1,75 los 5 años siguientes y de 2 para los últimos 5 años.

A partir de todos estos datos podemos plantear el programa a resolver. Nuestra pretensión es la minimización del recurso al presupuesto y la maximización de los recursos que genere la inversión.

Min OF

$$\text{Max } VACFL = -OF + \sum_{t=1}^n \frac{RGE_t - TIT_t}{(1,05)^t}$$

Todo ello, sujeto a una serie de restricciones. Consideramos en primer lugar, que la financiación total del proyecto se obtendrá a partir de los recursos que aporte el ente público promotor del proyecto, es decir, el recurso al presupuesto que pretendemos minimizar; y los obtenidos con la titulación de los cobros futuros. Dicha restricción puede expresarse como sigue:

$$OF + \sum_{t=1}^{15} \frac{TIT_t}{(1,065)^t} = 10.000$$

Por otro lado, el originador ha indicado el valor máximo que puede alcanzar su aportación; y también disponemos del valor mínimo exigido que deben tomar el resto de recursos obtenidos para que las condiciones pactadas para la titulación se mantengan. Todo ello queda reflejado en el siguiente par de restricciones:

$$OF \geq 1.000$$

$$OF \leq 6.000$$

También supondremos que, en cada período, el importe mínimo de los pagos por titulación deben cubrir como mínimo los costes financieros devengados en dicho período:

$$TIT_t \geq 0,065 \sum_{i=t}^{15} \frac{TIT_i}{(1,065)^i} (1,065)^{t-1}, \quad t=1, 2, \dots, 15$$

Además, los cobros titulizados en cada período están sujetos al cumplimiento de los ratios de cobertura definidos. Concretamente, durante los primeros 5 años, los recursos generados por el proyecto deberán incluir al menos 1,5 veces el valor de

los pagos de la titulación para ese período; durante los 5 años siguientes la cobertura deberá aumentar hasta alcanzarse un ratio de 1,75, y para los últimos 5 años el ratio que se exige es de 2.

$$RGE_t - 1,5TIT_t \geq 0, \text{ para } t = 1, 2, \dots, 5$$

$$RGE_t - 1,75TIT_t \geq 0, \text{ para } t = 6, 7, \dots, 10$$

$$RGE_t - 2TIT_t \geq 0, \text{ para } t = 11, 12, \dots, 15$$

$$TIT_t \geq 0, t = 1, 2, \dots, 15$$

De esta manera obtenemos el planteamiento del programa multiobjetivo que pretendemos resolver. Tal y como ya indicamos, antes de proceder a su resolución, el decisor deberá mostrar sus preferencias respecto a los dos objetivos a optimizar. Para ello, calcularemos primero las SIN y las SIP de *OF* y *VACFL*, dadas las restricciones del programa.

$$OF_{SIP} = 1.000$$

$$OF_{SIN} = 6.000$$

$$VACFL_{SIP} = 7.205,68$$

$$VACFL_{SIN} = 6.429,61$$

Así, si nos planteáramos como único objetivo la minimización del recurso a los presupuestos por parte del estado, esta podría reducirse hasta 1.000, la aportación mínima que se ha introducido como restricción; ello implicaría obtener el correspondiente valor de *VACFL*, 6.429,61, el máximo que se aceptará en cualquier caso, ya que se alcanza cuando el objetivo de maximización de la liquidez generada por la inversión no es tenido en cuenta como tal. Por otro lado, el máximo *VACFL* al que puede aspirar el organismo público que promueve el proyecto, dadas las condiciones planteadas, es 7.205,68. Alcanzar este *VACFL* óptimo implicaría la aportación del máximo volumen de recursos por parte del originador, 6.000, valor que toma la solución ideal negativa correspondiente a esta fuente de financiación. Con todo ello, queda delimitado el conjunto de

soluciones a que puede aspirar el inversor. A partir de éste, el originador podrá matizar los intervalos obtenidos y mostrar sus preferencias respecto a cada uno de los objetivos en conflicto.

En el ejemplo que planteamos, el inversor ha considerado, tras valorar las soluciones ideales positivas y negativas vinculadas a cada objetivo, que el valor correspondiente a las otras fuentes de financiación a partir del cual la satisfacción que le proporciona esta variable es nula, es 1.500. Por otro lado, dadas sus preferencias, la máxima satisfacción sólo se alcanzará, con este objetivo, si los recursos a aportar por el originador son los mínimos para poder llevar a cabo el proyecto en las condiciones dadas, 1.000. Respecto al objetivo de maximización de la liquidez que genera el proyecto, cualquier *VACFL* igual o superior a 6.500 ya le aporta al originador la máxima satisfacción. En cambio, su función de pertenencia sólo se anula a partir de *VACFL* = 6.429,61, el que se obtendría si se titulizara el importe máximo. Al proporcionar estos valores, con los que se obtendrán las correspondientes funciones de pertenencia, el originador está indicando que prioriza el objetivo de minimización de *OF* en relación al de maximización de *VACFL*.

Así, el programa matemático a resolver finalmente será:

$$\text{Max } f = \gamma$$

Sujeto a:

$$\frac{1.500 - OF}{1.500 - 1.000} \geq \gamma$$

$$\frac{VACFL - 6.429,61}{6.500 - 6.429,61} \geq \gamma$$

$$OF + \sum_{t=1}^{15} \frac{TIT_t}{(1,065)^t} = 10.000$$

$$OF \geq 1.000$$

$$OF \leq 6.000$$

$$TIT_t \geq 0,065 \sum_{i=t}^{15} \frac{TIT_i}{(1,065)^i} (1,065)^{t-1}, t=1, 2, \dots, 15$$

$$RGE_t - 1,5TIT_t \geq 0, \text{ para } t = 1, 2, \dots, 5$$

$$RGE_t - 1,75TIT_t \geq 0, \text{ para } t = 6, 7, \dots, 10$$

$$RGE_t - 2TIT_t \geq 0, \text{ para } t = 11, 12, \dots, 15$$

$$TIT_t \geq 0, t=1, 2, \dots, 15$$

$$0 \leq \gamma \leq 1$$

Si resolvemos este programa, la solución que obtenemos es que si mediante otras fuentes de financiación aportamos 1.183,70, titulizando de manera que se obtenga el resto, 8.816,3, se generará un VACFL de 6.474,14; y el valor que toma el coeficiente γ , la satisfacción global que pretendíamos maximizar, es 0,63.

Para obtener estos resultados, los cobros futuros a titular en cada período, TIT_t serán los que mostramos en la siguiente tabla, junto a los recursos generados por el proyecto de inversión, RGE_t y la correspondiente liquidez que se obtendrá en cada período una vez satisfecho el pago de los cobros titulizados, CF_t .

t	TIT_t	RGE_t	CF_t
1	866,67	1300,00	433,33
2	901,33	1352,00	450,67
3	937,39	1406,08	468,69
4	974,88	1462,32	487,44
5	1013,88	1520,82	506,94
6	903,80	1581,65	677,85
7	939,95	1644,91	704,96
8	977,55	1710,71	733,16
9	1016,65	1779,14	762,49
10	1057,32	1850,31	792,99
11	962,16	1924,32	962,16
12	1000,65	2001,29	1.000,65
13	1040,67	2081,34	1.040,67
14	1082,30	2164,60	1.082,30
15	310,28	2251,18	1.940,90

El valor actual de la suma de todos estos cobros titulizados, descontados al 6,5%, proporciona el importe de la entrada de fondos que se obtendrá en 0 procedente de la titulación, 8.816,3, con lo que el originador deberá realizar una aportación cuyo origen estará en otras fuentes de financiación que ascenderá a 1.183,70, muy cercano al valor que le aportaba una satisfacción máxima, 1.000.

Los ratios de cobertura exigidos se cumplen estrictamente durante todos los períodos excepto en el último, es decir, la solución del programa nos indica que el resultado óptimo se obtiene titulizando el importe máximo posible en cada período, excepto en 15. Así, podríamos decir que la financiación obtenida titulizando se restituye lo antes posible, pero dado el importante volumen de fondos obtenido a través de la titulación, no se realiza un pago inferior al máximo que puede comprometerse hasta 15.

Así, el fondo de titulación que adquiera esta corriente de cobros futuros deberá obtener una financiación cuyo coste sea inferior al 6,5%, de manera que los cobros titulizados permitan afrontar todos los gastos derivados del proceso, además de remunerar y amortizar la financiación del fondo, y constituir un fondo de reserva, mecanismo de mejora crediticia interno.

3.3.3. LA ESTRUCTURACIÓN DEL PASIVO DEL FONDO DE TITULIZACIÓN

3.3.3.1. El diseño de la estructura del pasivo del fondo de titulación

Una vez tomada la decisión del importe de cobros futuros a titular, independientemente del carácter público o privado del originador, procederemos al diseño de la estructura óptima del pasivo del fondo de titulación vinculado a esos cobros.

Tal y como se especificaba en el capítulo 2, el propósito de la constitución de un fondo de titulación no es en ningún caso la obtención de beneficios, el fondo no es más que un vehículo que permite desarrollar todo el proceso de titulación. Consecuentemente, cuando nos planteamos la estructura óptima del pasivo del fondo, nuestro objetivo básico será el acoplamiento de los cobros que genera su activo con los pagos de su pasivo, evitando al máximo que se produzcan diferencias tanto positivas como negativas; hecho que también permitirá minimizar los costes de gestión.

Si en algún período los pagos del pasivo superaran a los cobros del activo las consecuencias negativas se plasmarían en la incapacidad del fondo de titulación para afrontar las obligaciones contraídas. Por otro lado, si los cobros derivados del activo superaran en exceso a los pagos que genera el pasivo, el fondo obtendría beneficios que tributarían fiscalmente y por lo tanto se estaría generando un gasto innecesario. El problema es muy similar al que se plantea en las estrategias de acoplamiento de flujos.⁹²

Consideramos que el pasivo del fondo de titulación cuya estructura óptima pretendemos determinar, lo van a constituir una emisión de bonos de titulación

⁹² Como el que se formula en ZIPKIN (1989).

estructurada mediante un tramo principal y uno subordinado; que se completará con un préstamo o crédito subordinado a la emisión de bonos.

Partiendo de ésta premisa definimos las variables que en cada período tomarán el valor correspondiente a los pagos que genere cada una de las fuentes de financiación de que dispone el fondo de titulación:

BTP_t = Pagos que generan los bonos de titulación del tramo principal durante el período t .

BTS_t = Pagos que generan los bonos de titulación del tramo subordinado durante el período t .

PR_t = Pagos que genera el préstamo subordinado durante el período t .

Con este pasivo se financiará la compra de los cobros futuros titulizados por el originador y todos los costes adicionales derivados de la titulación. Es por ello que el coste de la financiación que soporta el originador por la venta de los cobros futuros, k_T , debe ser superior al coste del pasivo del fondo de titulación, ya que la financiación del fondo no sólo debe cubrir la compra de los cobros futuros titulizados, también debe permitir pagar los gastos del proceso.

También tendremos en cuenta en cada período, que el fondo de titulación deberá dotar un fondo de reserva, como mecanismo de cobertura, para afrontar los eventuales desajustes entre los cobros generados por la titulación y los pagos generados por el pasivo del fondo. Consideramos que estas reservas estarán en función de los pagos a afrontar por las emisiones de bonos y el préstamo durante el período. Así definimos un coeficiente ρ_t que determinará la proporción de los pagos futuros que deberá formar parte de la reserva.

Durante cualquier período t , el valor del fondo de reserva al inicio del período será:

$$FR_t = \rho_{t+1} \frac{BTP_{t+1} + BTS_{t+1} + PR_{t+1}}{1+i}, \quad t=0, 1, \dots, n \quad (49)$$

Siendo i el tipo de interés libre de riesgo vigente y $FR_n=0$, ya que al final del horizonte temporal del fondo, el excedente debe ser 0.

Asimismo, establecemos un parámetro ε_t que constituye el remanente del fondo en cada período t , excluyendo la dotación al fondo de reserva requerida. Lo ideal sería que éste fuera, en cada período, nulo.

Nuestro objetivo será, a partir de los cobros futuros titulizados en cada período, hallar el montante del pasivo del fondo de titulización correspondiente a cada fuente de financiación y la estructura amortizativa de estos pasivos que permitan minimizar el valor actual de la suma de los fondos de reserva y los remanentes generados en cada período. Como comentamos, el fondo pretende minimizar los excedentes de cada período, ya que quiere reducir al máximo los costes de gestión de los mismos y en ningún caso intentará obtener beneficios con éstos. Así, definimos:

$$VR = \sum_{t=0}^{n-1} \left(\frac{\varepsilon_t}{(1+i)^t} + \rho_{t+1} \frac{BTP_{t+1} + BTS_{t+1} + PR_{t+1}}{(1+i)^t} \right) \quad (50)$$

Siendo VR el valor actual de la suma de los fondos de reserva y los remanentes generados en cada período valorados mediante el tipo de interés sin riesgo, que deben ser minimizados.

Por otro lado, cabe recordar que k'_T es el tipo de interés que permite al fondo igualar el valor actual de la corriente de cobros futuros titulizados al importe total de la financiación recibida. Entonces, k'_T será inferior a k_T , el coste total para el originador del proceso de titulización. Este diferencial entre k'_T y k_T permitirá al fondo afrontar los gastos de gestión, mejora crediticia, emisión de los bonos de titulización, etc., tal y como ya apuntamos en el epígrafe 3.3.2.3. Así, la primera restricción que debe cumplirse es que el valor actual de las cuantías del proyecto titulizadas (TIT_t , $t=1, 2, \dots, n$), debe ser financieramente equivalente a los pagos

del fondo en cada momento según k'_T , el coste de la financiación "neto" de gastos no financieros:

$$\sum_{t=1}^n \frac{TIT_t}{(1+k'_T)^t} = \sum_{t=1}^n \frac{BTP_t + BTS_t + PR_t}{(1+k'_T)^t} \quad (51)$$

A continuación explicitamos las ecuaciones que vinculan los cobros y pagos del fondo en cada período. En $t=0$ los ingresos obtenidos por las emisiones que constituyen el pasivo del fondo deben permitir pagar los costes de la titulación, la compra de los ingresos titulizados y la constitución de un fondo de reserva que contribuya a la mejora crediticia de las emisiones.

$$\sum_{t=1}^n \frac{BTP_t}{(1+k_{BTP})^t} + \sum_{t=1}^n \frac{BTS_t}{(1+k_{BTS})^t} + \sum_{t=1}^n \frac{PR_t}{(1+k_{PR})^t} - \sum_{t=1}^n \frac{TIT_t}{(1+k_T)^t} - \rho_1 \frac{BTP_1 + BTS_1 + PR_1}{(1+i)} = \varepsilon_0 \quad (52)$$

En (52) ε_0 es el remanente del fondo en el periodo 0, teniendo en cuenta los cobros derivados de la titulación, ya determinados mediante el modelo anterior de maximización de *VACFL* y minimización de la duración; los pagos afrontados y la dotación al fondo de reserva requerida. Asimismo, k_{BTP} , k_{BTS} y k_{PR} son el coste del tramo *senior* de la emisión de bonos, el coste del tramo subordinado de la emisión de bonos y el coste del crédito subordinado respectivamente.

Para $t=1,2,\dots, n-1$, añadiremos $n-1$ restricciones que aseguren el acoplamiento entre los cobros y pagos del fondo:

$$\left(\varepsilon_{t-1} + \rho_t \frac{BTP_t + BTS_t + PR_t}{1+i} \right) (1+i) + TIT_t - (BTP_t + BTS_t + PR_t) - \rho_{t+1} \frac{BTP_{t+1} + BTS_{t+1} + PR_{t+1}}{(1+i)} = \varepsilon_t \quad (53)$$

$$t=1,2,\dots, n-1$$

Así, el valor del remanente en t después de la dotación al fondo de reserva, ε_t , dependerá del remanente del período anterior y el fondo de reserva que se dotó,

de la diferencia entre los cobros de la titulación y los pagos generados por el pasivo en ese período, y del fondo de reserva constituido para afrontar los pagos del siguiente período.

Finalmente, para el último período, n , añadiremos la restricción:

$$\left(\varepsilon_{n-1} + \rho_n \frac{BTP_n + BTS_n + PR_n}{1+i} \right) (1+i) + TIT_n - (BTP_n + BTS_n + PR_n) = 0 \quad (54)$$

En el último período ya no tiene sentido la dotación al fondo de reserva y la liquidación del fondo de titulación implicará que su saldo sea nulo.

Respecto a la estructura del pasivo del fondo de titulación, el porcentaje que representen la emisión de bonos de titulación en sus tramos principal y subordinado y el préstamo subordinado, condicionarán el coste de cada una de éstas fuentes de financiación. Teniendo en cuenta esta limitación, la búsqueda de la estructura óptima vendrá condicionada por la proporción mínima y máxima que pueda suponer cada tipo de deuda en el pasivo para mantener los costes de la financiación requeridos para cada uno de éstos. Para ello añadimos las siguientes restricciones:

$$BTP_{min} \leq \sum_{t=1}^n \frac{BTP_t}{(1+k_{BTP})^t} \leq BTP_{max} \quad (55)$$

Siendo BTP_{min} y BTP_{max} los valores mínimo y máximo respectivamente que puede tomar el tramo principal de la emisión de bonos de titulación.

$$BTS_{min} \leq \sum_{i=t}^n \frac{BTS_t}{(1+k_{BTS})^t} \leq BTS_{max} \quad (56)$$

Siendo BTS_{min} y BTS_{max} los valores mínimo y máximo respectivamente que puede tomar el tramo subordinado de la emisión de bonos de titulación.

$$VPR_{min} \leq \sum_{t=1}^n \frac{PR_t}{(1 + k_{PR})^t} \leq VPR_{max} \quad (57)$$

Siendo VPR_{min} y VPR_{max} los valores mínimo y máximo respectivamente que pueden solicitarse en forma de crédito.

También nos planteamos que los pagos que genere el pasivo en cada período deben superar una cuantía mínima, que puede ser una proporción de la deuda contraída con cada fuente de financiación, corresponder únicamente a los intereses del período, etc. Esta cuantía la determinan los coeficientes τ_t^{BTP} , τ_t^{BTS} y τ_t^{PR} , que indican el pago mínimo a realizar en el período t debido a la deuda total contraída con el tramo principal de la emisión de bonos de titulización, el tramo subordinado de la emisión de bonos de titulización y el préstamo, respectivamente.

Las restricciones que reflejan esta condición serían:

$$BTP_t \geq \tau_t^{BTP}, t=1, 2, \dots, n \quad (58)$$

$$BTS_t \geq \tau_t^{BTS}, t=1, 2, \dots, n \quad (59)$$

$$PR_t \geq \tau_t^{PR}, t=1, 2, \dots, n \quad (60)$$

Por otro lado, dado que la emisión de un tramo subordinado y la solicitud de un préstamo tienen la finalidad de reducir el riesgo de los bonos que constituyen el tramo principal, parece lógico que la amortización de la deuda subordinada quede sometida al ritmo de amortización que se siga con el tramo principal. Así, el capital vivo del principal debería estar cubierto en cada período con el de la emisión y el crédito subordinado. Esta cobertura se satisface si se exige que el saldo vivo del tramo principal sea siempre menor o igual al de las emisiones subordinadas. Si entendemos como saldo vivo en un período el valor actual de los

flujos pendientes en dicho período calculado con el coste de la emisión, podemos exigir:

$$\sum_{i=t+1}^n \frac{BTP_i}{(1+k_{BTP})^{i-t}} \leq \sum_{i=t+1}^n \frac{BTS_i}{(1+k_{BTS})^{i-t}} + \sum_{i=t+1}^n \frac{PR_i}{(1+k_{PR})^{i-t}}, t=0, 1, 2, \dots, n-1 \quad (61)$$

Por último, añadimos las restricciones de no negatividad tanto para los pagos a realizar en cada período como para el exceso de tesorería en el fondo (ε_t) una vez dotado el importe correspondiente al fondo de reserva.

$$BTP_t, BTS_t, PR_t, \varepsilon_t \geq 0, t=0, 1, \dots, n \quad (62)$$

Así, el programa matemático a resolver será la minimización de (50) con las restricciones (51), (52), (53), (54), (55), (56), (57), (58), (59), (60), (61) y (62). Las variables de decisión serán BTP_t , BTS_t y PR_t , para $t=1, 2, \dots, n$, y ε_t , para $t=0, 1, \dots, n-1$.

$$\text{Min: } VR = \sum_{t=0}^{n-1} \left(\frac{\varepsilon_t}{(1+i)^t} + \rho_{t+1} \frac{BTP_{t+1} + BTS_{t+1} + PR_{t+1}}{(1+i)^t} \right)$$

Sujeto a:

$$\sum_{t=1}^n \frac{TIT_t}{(1+k_T)^t} = \sum_{t=1}^n \frac{BTP_t + BTS_t + PR_t}{(1+k_T)^t}$$

$$\sum_{t=1}^n \frac{BTP_t}{(1+k_{BTP})^t} + \sum_{t=1}^n \frac{BTS_t}{(1+k_{BTS})^t} + \sum_{t=1}^n \frac{PR_t}{(1+k_{PR})^t} - \sum_{t=1}^n \frac{TIT_t}{(1+k_T)^t} - \rho_1 \frac{BTP_1 + BTS_1 + PR_1}{(1+i)} = \varepsilon_0$$

$$\left(\varepsilon_{t-1} + \rho_t \frac{BTP_t + BTS_t + PR_t}{1+i} \right) (1+i) + TIT_t - (BTP_t + BTS_t + PR_t) - \rho_{t+1} \frac{BTP_{t+1} + BTS_{t+1} + PR_{t+1}}{(1+i)} = \varepsilon_t$$

para $t=1, 2, \dots, n-1$

$$\left(\varepsilon_{n-1} + \rho_n \frac{BTP_n + BTS_n + PR_n}{1+i} \right) (1+i) + TIT_n - (BTP_n + BTS_n + PR_n) = 0$$

$$EBTP_{min} \leq \sum_{t=1}^n \frac{BTP_t}{(1+k_{BTP})^t} \leq EBTP_{max}$$

$$EBTS_{min} \leq \sum_{t=1}^n \frac{BTS_t}{(1+k_{BTS})^t} \leq EBTS_{max}$$

$$VPR_{min} \leq \sum_{t=1}^n \frac{PR_t}{(1+k_{PR})^t} \leq VPR_{max}$$

$$BTP_t \geq \tau_t^{BTP}, t=1, 2, \dots, n$$

$$BTS_t \geq \tau_t^{BTS}, t=1, 2, \dots, n$$

$$PR_t \geq \tau_t^{PR}, t=1, 2, \dots, n$$

$$\sum_{i=t+1}^n \frac{BTP_i}{(1+k_{BTP})^{i-t}} \leq \sum_{i=t+1}^n \frac{BTS_i}{(1+k_{BTS})^{i-t}} + \sum_{i=t+1}^n \frac{PR_i}{(1+k_{PR})^{i-t}}, t=0, 1, 2, \dots, n-1$$

$$BTP_t, BTS_t, PR_t, \varepsilon_t \geq 0, t=0, 1, \dots, n$$

3.3.3.2. Aplicación numérica

Siguiendo con el mismo ejemplo en que nos basamos para mostrar la aplicación numérica de la optimización del importe de los cobros futuros a titular en el epígrafe 3.3.2.8, buscaremos ahora la estructura óptima del fondo de titulización que compra dichos cobros futuros. El procedimiento para la obtención de dicha estructura no diferiría del que se seguiría desarrollando el ejemplo en que el originador es un organismo público.

En el ejemplo inicial, el coste total de la titulación para el originador era $k_T=6,5\%$. Suponemos que $g=1\%$, es decir, que el 1% de este coste soportado por el originador se destinará a cubrir los gastos derivados de la constitución y gestión del fondo, el pago a los proveedores de mecanismos de mejora crediticia, la emisión de los bonos, etc. Así, la remuneración estricta del pasivo del fondo será $k'_T=5,5\%$. La Sociedad Gestora del Fondo habría estimado previamente el importe de todos estos costes y en base a estos datos se habría decidido la compra de los cobros futuros.

Entonces, a partir de los cobros titulizados que satisfacían el programa de maximización del *VACFL* y minimización de la duración de los *CF* para el originador, debe obtenerse una estructura de financiación del fondo de titulación que permita afrontar no sólo el importe a pagar al originador, sino también los gastos del 1%.

Tras valorar la calificación que pueden alcanzar los bonos, se ha optado por financiar la compra de los cobros futuros con una emisión de bonos de titulación en dos tramos, *senior* y subordinado, que se remunerarán al 4% y al 6% respectivamente y un crédito subordinado a la emisión por el que se paga un interés del 7%. El tipo de interés libre de riesgo es del 3,5%.

Para conseguir que estos costes se mantengan, ninguna de las fuentes de financiación del fondo puede exceder el 50% del pasivo de éste. Por otro lado, para conseguir un volumen de emisión suficiente el tramo *senior* debe superar el 35% del pasivo, el tramo subordinado el 10% y respecto al crédito, consideramos que su importe mínimo para que sea eficiente como mecanismo de mejora crediticia debe ser también del 10% del pasivo del fondo. Además, la deuda viva del tramo principal de la emisión de bonos de titulación no puede superar en ningún momento el saldo pendiente que corresponda al conjunto de la financiación subordinada.

El saldo del fondo de reserva en cada periodo debe ser del 50% de los pagos por bonos y préstamo que se generarán durante el siguiente periodo, actualizados con el tipo de interés libre de riesgo.

A su vez, estos pagos periódicos por bonos y préstamo deberán suponer para cada período y fuente un mínimo del coste financiero que se deducirá de calcular el valor actual de las cuantías pendientes de pago y aplicarles el rendimiento exigido por los acreedores.

Por tanto, nuestro objetivo será minimizar (50):

$$VR = \sum_{t=0}^{14} \left(\frac{\varepsilon_t}{(1,035)^t} + 0,5 \frac{BTP_{t+1} + BTS_{t+1} + PR_{t+1}}{(1,035)^t} \right)$$

Asimismo, debe cumplirse (51); es decir, la equivalencia financiera entre el valor actual de las cuantías tituladas y los pagos que debe efectuar el fondo con $k'_7=5,5\%$.

$$\sum_{t=1}^{15} \frac{TIT_t}{(1,055)^t} = \sum_{t=1}^{15} \frac{BTP_t + BTS_t + PR_t}{(1,055)^t}$$

Añadimos también las restricciones referentes a la dotación al fondo de reserva necesario para cada período y a la correspondencia entre cobros y pagos. Para $t=0$, debe cumplirse (52):

$$\sum_{t=1}^{15} \frac{BTP_t}{(1,04)^t} + \sum_{i=t}^{15} \frac{BTS_t}{(1,06)^t} + \sum_{t=1}^{15} \frac{PR_t}{(1,07)^t} - \sum_{t=1}^{15} \frac{TIT_t}{(1,055)^t} - 0,5 \frac{BTP_1 + BTS_1 + PR_1}{(1,035)} = \varepsilon_0$$

Al constituir el fondo de titulación y obtener la financiación, esta debe permitir la compra de los cobros futuros titulados, la asunción del resto de gastos que implica el proceso y la constitución del primer fondo de reserva. Descontamos los cobros futuros titulados al 5,5% ya que este es el importe que realmente debe proporcionarnos la financiación para afrontar no sólo la compra de cobros futuros al originador, sino también el resto de gastos generados por la titulación.

Para los períodos $t=1,2,\dots, 14$, añadiremos 14 restricciones definidas como (53):

$$\left(\varepsilon_{t-1} + 0,5 \frac{BTP_t + BTS_t + PR_t}{1,035} \right) (1,035) + TIT_t - (BTP_t + BTS_t + PR_t) - 0,5 \frac{BTP_{t+1} + BTS_{t+1} + PR_{t+1}}{(1,035)} = \varepsilon_t$$

En estas restricciones se refleja que al final de cada período, el importe del fondo de reserva más el remanente del período anterior, capitalizados al tipo de interés libre de riesgo más los cobros titulizados en ese período han de permitir afrontar los pagos correspondientes a la financiación del fondo y la dotación al fondo de reserva que supondrá la cobertura de los próximos pagos a realizar durante el período siguiente.

Y finalmente, para el período 15, en que se liquidaría el fondo de titulación, (54) será:

$$\left(\varepsilon_{14} + 0,5 \frac{BTP_{15} + BTS_{15} + PR_{15}}{1,035} \right) (1,035) + TIT_{15} - (BTP_{15} + BTS_{15} + PR_{15}) = 0$$

Las restricciones referentes a las proporciones mínimas y máximas que las tres fuentes de financiación pueden alcanzar sobre el pasivo del fondo de titulación las expresamos como sigue:

$$\begin{aligned} 0,35 \left(\sum_{t=1}^{15} \frac{BTP_t}{(1,04)^t} + \sum_{i=t}^{15} \frac{BTS_t}{(1,06)^t} + \sum_{t=1}^{15} \frac{PR_t}{(1,07)^t} \right) &\leq \sum_{t=1}^{15} \frac{BTP_t}{(1,04)^t} \leq \\ &\leq 0,5 \left(\sum_{t=1}^{15} \frac{BTP_t}{(1,04)^t} + \sum_{i=t}^{15} \frac{BTS_t}{(1,06)^t} + \sum_{t=1}^{15} \frac{PR_t}{(1,07)^t} \right) \\ 0,10 \left(\sum_{t=1}^{15} \frac{BTP_t}{(1,04)^t} + \sum_{i=t}^{15} \frac{BTS_t}{(1,06)^t} + \sum_{t=1}^{15} \frac{PR_t}{(1,07)^t} \right) &\leq \sum_{t=1}^{15} \frac{BTS_t}{(1,06)^t} \leq \\ &\leq 0,50 \left(\sum_{t=1}^{15} \frac{BTP_t}{(1,04)^t} + \sum_{i=t}^{15} \frac{BTS_t}{(1,06)^t} + \sum_{t=1}^{15} \frac{PR_t}{(1,07)^t} \right) \end{aligned}$$

$$0,10 \left(\sum_{t=1}^{15} \frac{BTP_t}{(1,04)^t} + \sum_{i=t}^{15} \frac{BTS_t}{(1,06)^t} + \sum_{t=1}^{15} \frac{PR_t}{(1,07)^t} \right) \leq \sum_{t=1}^{15} \frac{PR_t}{(1,07)^t} \leq 0,50 \left(\sum_{t=1}^{15} \frac{BTP_t}{(1,04)^t} + \sum_{i=t}^{15} \frac{BTS_t}{(1,06)^t} + \sum_{t=1}^{15} \frac{PR_t}{(1,07)^t} \right)$$

También nos planteamos que los pagos que generen las emisiones de bonos en cada período deben cubrir al menos el teórico coste financiero correspondiente a cada período y para cada uno de los tramos de la emisión. En el caso del crédito subordinado consideramos que no se exige este requerimiento, facilitando así que la discrecionalidad de los pagos asociados al crédito doten de mayor flexibilidad a los flujos generados por el pasivo del fondo.

$$BTP_t \geq 0,04 \sum_{i=t}^{15} \frac{BTP_i}{(1,04)^{t+1-i}}, \quad t=1,2,\dots, 15$$

$$BTS_t \geq 0,06 \sum_{i=t}^{15} \frac{BTS_i}{(1,06)^{t+1-i}}, \quad t=1,2,\dots, 15$$

Respecto a las restricciones (61), que permitirán que la deuda viva del tramo principal de la emisión de bonos de titulación sea siempre inferior al de la financiación subordinada, planteamos:

$$\sum_{i=t+1}^{15} \frac{BTP_i}{(1,04)^{i-t}} \leq \sum_{i=t+1}^{15} \frac{BTS_i}{(1,06)^{i-t}} + \sum_{i=t+1}^{15} \frac{PR_i}{(1,07)^{i-t}}, \quad t=0, 1, 2, \dots, 14$$

Por último, añadimos las restricciones de no negatividad de las variables de decisión.

$$BTP_t, BTS_t, PR_t \geq 0, \quad t=1,2,\dots, 15$$

$$\varepsilon_t \geq 0 \quad t=0,1,\dots, 14$$

Resolvemos el programa, y los resultados obtenidos son que la financiación que minimiza el valor y los remanentes del fondo de reserva en cada período es:

- la emisión de un tramo principal de bonos de titulación remunerados al 4% por valor de 3503,48
- la emisión de un tramo subordinado de bonos de titulación remunerados al 6% por valor de 4573,38
- un crédito subordinado al 7% por valor de 1069,91

Así se obtendrá un pasivo total en 0 de 9146,77.

Con éste, se afrontarán los pagos al originador de la titulación por valor de 8.321,69, el resto de los gastos de la titulación por valor de 624,82 y la primera dotación al fondo de reserva de 200,26.

Presentamos para toda la vida del fondo las entradas generadas por la titulación, y los pagos por la financiación obtenida.

t	TIT_t	BTP_t	BTS_t	PR_t
1	540,91	140,14	274,40	0,00
2	542,09	140,14	451,72	196,51
3	709,05	140,14	263,76	71,99
4	974,88	140,14	781,97	193,22
5	1013,88	140,14	232,67	63,50
6	903,80	140,14	1271,28	306,48
7	939,95	140,14	170,36	46,50
8	977,55	140,14	170,36	46,50
9	1016,65	140,14	170,36	46,50
10	1057,32	140,14	170,36	46,50
11	962,16	140,14	170,36	46,50
12	1000,65	1359,89	1158,86	277,75
13	1040,67	848,93	725,00	173,94
14	1082,30	516,16	443,04	106,54
15	1125,59	1113,86	920,05	217,27

Finalmente, la estructura óptima del pasivo del fondo se consigue emitiendo bonos de titulación, en su tramo principal, por valor del 38,3% de dicho pasivo; un tramo subordinado que representa, al constituir el fondo, el 50% de su pasivo; y finalmente, se solicita en forma de crédito subordinado el importe correspondiente al 11,7% del valor total del pasivo del fondo de titulación. De esta manera, la emisión del tramo *senior* y el importe del crédito se sitúan ligeramente por encima de los mínimos exigidos, del 35% y el 10% respectivamente; en cambio, el importe correspondiente al tramo subordinado del 50% es el máximo posible.

Asimismo, podemos comprobar que los pagos que generan cada uno de los tramos de la emisión de bonos de titulación en cada período, cumplen las restricciones referentes a los pagos mínimos a afrontar cada año, los correspondientes a los costes financieros del período.

La emisión del tramo principal genera unos pagos de 140,14 desde el período 1 hasta el 11. Estos corresponden al 4% de la deuda pendiente durante todos estos períodos, el total emitido. En 12, se amortizan los primeros bonos, cuyo importe corresponde al 34,8% del volumen de la emisión, en 13 se amortiza el 21,6% de los bonos emitidos, en 14 el 13% y en 15 el 30,6% restante. Así, por ejemplo, esta emisión podría salir al mercado constituida por bonos de distinto vencimiento y cupón pagadero anualmente que concentraran sus vencimientos en 12, 13, 14 y 15; en cualquier caso, la emisión también podría estructurarse mediante títulos cupón cero para todos los vencimientos.

Respecto al tramo subordinado de la emisión de bonos de titulación, los pagos que se generan en 1 corresponden exclusivamente a intereses. En 2 se amortizan los primeros bonos, pero el volumen de esta primera amortización corresponde únicamente al 3,9% de la emisión. En 3 vuelve a satisfacerse únicamente el pago de intereses y en 4 se realiza una nueva amortización correspondiente en este caso al 11,3% de los bonos emitidos. En 5 no se amortizan bonos pero en 6 vence el 22,7% del importe de la emisión. No se realizan nuevas amortizaciones de bonos hasta el período 12 cuando vence el 21,6% de la emisión. En 13, 14 y 15 se amortizan los restantes 13,4%, 8,1% y 19% respectivamente.

Finalmente, en cuanto a los pagos que se afrontan por el crédito y dada la flexibilidad asociada a éstos, podemos permitirnos no afrontar pago alguno el primer año. A partir de aquí, la estructura amortizativa del crédito es muy similar a la del tramo subordinado de la emisión de bonos de titulación. En los periodos 2, 4 y 6 se realizan sucesivas amortizaciones que suponen en total la cancelación del 38% del crédito. A partir del séptimo año y hasta el undécimo se satisfacen sólo los intereses anuales correspondientes al crédito pendiente por valor de 664,23. Desde el periodo 12 hasta el vencimiento del crédito se realizan sucesivas amortizaciones que permiten su cancelación definitiva en 15.

La evolución del saldo del fondo de reserva y los remanentes que pretendíamos minimizar es la siguiente:

t	FR_t	ε_t
0	200,26	0,00
1	394,67	13,81
2	229,90	0,00
3	538,80	0,00
4	395,62	184,84
5	981,50	151,60
6	237,86	65,40
7	660,89	488,43
8	981,46	809,00
9	1231,54	1059,08
10	1433,48	1261,02
11	2291,44	940,47
12	939,80	95,42
13	514,85	0,00
14	1087,53	0,00
15	0	0

El importe reflejado como saldo del fondo de reserva, FR_t corresponde en cada período a la cantidad que, invertida al interés libre de riesgo del 3,5% hasta el año siguiente, permitirá afrontar el 50% de los pagos que generen durante dicho año la emisión de bonos y el préstamo. En los datos correspondientes a ε_t se recogen los remanentes en cada período una vez cubiertos los pagos por financiación y dotado el fondo de reserva con los cobros generados por la titulación.

Los remanentes crecientes que aparecen entre los períodos 7 y 11 se generan por el hecho de que la amortización del tramo principal de los bonos no se inicia hasta el período 12 y este hecho debe compatibilizarse con la exigencia de que el saldo vivo del tramo principal sea siempre menor o igual al de la deuda subordinada.

En definitiva, la estructura propuesta permite que con los cobros titulizados que supusieron al originador una operación de financiación cuyo coste fue del 6,5%, pueda afrontarse el coste del pasivo del fondo del 5,5% y el del resto de gastos asociados a la operación de titulación valorados en un 1%; se cumplan las restricciones respecto a las proporciones iniciales de cada fuente de financiación en el pasivo del fondo, así como las referentes a que los tramos subordinados cubran efectivamente al principal durante todos los períodos; se remunere en cada período a los bonistas; se dote en cada período un 50% de los pagos a realizar en el siguiente, al fondo de reserva, mejorando con ello la calidad de las emisiones; y se minimicen los remanentes en cada período extinguiéndose y pudiéndose cerrar el fondo en 15.

En este caso, el importe de los fondos a obtener titulizando era casi el máximo que permitíamos en el programa según las restricciones que se impusieron en el epígrafe 3.3.2.8. al realizar la aplicación numérica de la optimización del importe de los cobros futuros a titular: al ser el coste del resto de la financiación del 9% superior al de la titulación, el programa se inclinaba por esta última fuente de financiación. A continuación mostramos la estructura que debería tener el pasivo del fondo para otros importes y estructuras de cobros titulizados. Ejemplificamos y comentamos la estructura del pasivo del fondo que minimiza sus remanentes en un caso en que el originador a titularizado el importe mínimo aceptable, 4.000; y también un caso en que se titula un importe intermedio, 6.758,24.

A partir del ejemplo desarrollado en el epígrafe 3.3.2.8., nos planteamos el importe y la estructura de los cobros futuros a titular en el caso en que el coste del resto de los recursos para el originador fuera del 3%, inferior al 6,5% correspondiente a la titulación. Además, consideramos a un inversor que no ha mostrado preferencias ni por la maximización de *VACFL* ni por la minimización de *D*, asignando entonces el valor correspondiente a las soluciones ideales positivas y negativas a los extremos de sus funciones de pertenencia. Con todo ello y

resolviendo el programa asociado a este ejemplo, el importe óptimo a conseguir titulizando para este originador sería 4.000, el mínimo que se acepta según las restricciones. La distribución temporal de los cobros a titular es la siguiente:

t	TIT_t
1	866,67
2	621,33
3	251,16
4	229,01
5	214,54
6	203,26
7	194,87
8	189,08
9	185,62
10	184,64
11	184,64
12	186,70
13	1.014,44
14	1.082,30
15	1.125,59

A partir de estos datos, resultado de la aplicación del primer programa, buscamos la estructura del pasivo del fondo asociado a estos cobros que minimizaría los remanentes. Resolviendo este segundo programa, los resultados obtenidos son que la financiación que minimiza el valor y los remanentes del fondo de reserva en cada período la constituyen:

- La emisión de un tramo principal de bonos de titulización remunerados al 4% por valor de 1605,50.
- La emisión de un tramo subordinado de bonos de titulización remunerados al 6% por valor de 2193,31.
- Un crédito subordinado al 7% por valor de 587,81.

Así se obtendrá un pasivo total en 0 de 4386,62.

Con este, se afrontarán los pagos al originador de la titulación por valor de 4000, el resto de los gastos de la titulación por valor de 292,02 y la primera dotación al fondo de reserva de 94,60.

Presentamos para toda la vida del fondo las entradas generadas por la titulación, y los pagos por la financiación obtenida.

t	TIT_t	BTP_t	BTS_t	PR_t
1	866,67	64,22	131,60	0,00
2	621,33	64,22	640,02	221,43
3	251,16	64,22	101,09	31,61
4	229,01	64,22	101,09	31,61
5	214,54	64,22	154,64	45,96
6	203,26	64,22	184,68	53,87
7	194,87	64,22	201,17	58,05
8	189,08	64,22	86,16	26,94
9	185,62	64,22	132,49	39,36
10	184,64	64,22	127,21	37,82
11	184,64	64,22	111,45	33,48
12	186,70	64,22	127,93	37,81
13	1.014,44	64,22	75,97	23,75
14	1.082,30	64,22	75,97	23,75
15	1.125,59	1669,72	1342,13	363,09

En este caso, el volumen de bonos de titulación emitido correspondiente al tramo principal se mantiene vivo en su totalidad hasta la cancelación del fondo de titulación en el período 15. Desde 1 hasta 14 se pagarán los intereses correspondientes del 4% del volumen de bonos emitidos. En este caso, una estructura de emisión fácilmente acoplable a esta estructura de pagos sería la emisión de bonos a 15 años de interés pagadero anualmente.

Por otro lado, en la estructura amortizativa óptima del tramo subordinado de los bonos de titulación se observa que el primer año se satisfacen únicamente los intereses del 6% del volumen de la emisión de bonos, mientras que en 2 encontramos la primera amortización, que corresponde al 23,2% del volumen de la emisión. En los períodos 3 y 4 vuelven a pagarse únicamente intereses, mientras que en 5, 6 y 7 se amortizan el 2,4%, el 3,9% y el 4,9%, respectivamente, de los bonos emitidos. En el octavo año se pagan únicamente

intereses, mientras que en 9, 10, 11 y 12 van amortizándose pequeños porcentajes de la emisión que no superan en ningún caso el 2,5%. Tras satisfacer nuevamente los intereses que devenga la deuda en 13 y 14, al llegar a 15 se amortiza el importe pendiente, más del 57,7% del volumen de la emisión.

Por último, por lo que respecta al crédito solicitado, tras un período inicial de carencia, en el período 2 se amortiza el 30,2% del volumen de crédito dispuesto en 0. A partir de aquí se suceden períodos en que se realizan pequeñas amortizaciones que se alternan con otros en que únicamente se pagan intereses, siguiendo una estructura muy similar a la del tramo subordinado de los bonos de titulización, amortizándose también en el último período casi el 60% del crédito concedido inicialmente.

La evolución del saldo del fondo de reserva y los remanentes que pretendíamos minimizar es la siguiente:

t	FR_t	ε_t
0	94,60	0,00
1	684,93	237,74
2	324,69	229,56
3	315,07	219,94
4	304,10	176,17
5	246,88	100,62
6	177,01	20,76
7	85,66	0,00
8	125,78	11,73
9	110,75	0,00
10	101,04	0,00
11	111,09	0,00
12	95,08	15,88
13	686,53	607,33
14	2173,28	542,88
15	0	0

La evolución de los saldos correspondientes al fondo de reserva, FR_t depende exclusivamente de la estructura de pagos a afrontar por el Fondo de titulización, ya que la dotación anual al fondo de reserva capitalizada al tipo de interés sin riesgo será en cada período el 50% de los pagos a afrontar durante el siguiente

período por la emisión de bonos y el préstamo. En los datos correspondientes a ε_t se recogen los remanentes que se generan una vez cubiertos los pagos por financiación y dotado el fondo de reserva con los cobros generados por la titulación.

Por último mostramos la estructura del pasivo del fondo de titulación correspondiente a un volumen de titulación de cobros intermedio respecto a los dos ejemplos anteriores. Una estructura representativa de esta situación se obtiene en el contexto en que las otras fuentes de financiación son más baratas que la titulación, en concreto suponen un coste del 3%; y el originador se inclina totalmente por el objetivo de minimizar la duración de los cobros que genera su inversión.

En este caso, basándonos de nuevo para el resto de datos en el ejemplo del epígrafe 3.3.2.8, el volumen óptimo de financiación a obtener titulizando sería 6758,24, estructurándose dicha financiación como sigue:

t	TIT_t
1	439,29
2	439,29
3	439,29
4	439,29
5	439,29
6	439,29
7	939,95
8	977,55
9	1.016,65
10	1.057,32
11	962,16
12	1.000,65
13	1.040,67
14	1.082,30
15	1.125,59

Resolviendo el programa propuesto para el diseño de la estructura del pasivo del fondo de titulación vinculado a estos cobros los resultados obtenidos son que la financiación que minimiza el valor y los remanentes del fondo de reserva en cada período es:

- La emisión de un tramo principal de bonos de titulación remunerados al 4% por valor de 2944,73.
- La emisión de un tramo subordinado de bonos de titulación remunerados al 6% por valor de 3742,29.
- Un crédito subordinado al 7% por valor de 797,57.

Así se obtendrá un pasivo total en 0 de 7484,59.

Con este, se afrontarán los pagos al originador de la titulación por valor de 6.758,24, el resto de los gastos de la titulación por valor de 560,97 y la primera dotación al fondo de reserva de 165,37.

Presentamos para toda la vida del fondo las entradas generadas por la titulación, y los pagos por la financiación obtenida.

t	TIT_t	BTP_t	BTS_t	PR_t
1	439,29	117,79	224,54	0,00
2	439,29	117,79	224,54	115,57
3	439,29	117,79	224,54	55,83
4	439,29	117,79	224,54	55,83
5	439,29	117,79	224,54	55,83
6	439,29	117,79	398,88	92,99
7	939,95	117,79	433,69	100,03
8	977,55	117,79	1042,14	229,24
9	1.016,65	117,79	230,12	54,39
10	1.057,32	117,79	145,64	36,21
11	962,16	117,79	145,64	36,21
12	1.000,65	117,79	145,64	36,21
13	1.040,67	1405,09	1206,79	262,37
14	1.082,30	652,63	565,30	123,39
15	1.125,59	1113,94	935,90	201,34

Observamos como de nuevo, en la estructura de la emisión del tramo *senior* de bonos de titulación, la fuente de financiación más barata del fondo, se demora la amortización de los títulos hasta los últimos años. Con los cobros que la titulación va generando se remuneran las fuentes de financiación reflejadas en el

pasivo del fondo y se amortiza en su caso parte de la deuda subordinada y del crédito; hasta que con los últimos cobros titulizados se amortiza la totalidad de la emisión de bonos de titulación correspondiente al tramo principal.

La evolución del saldo del fondo de reserva y los remanentes que pretendíamos minimizar es la siguiente:

t	FR_t	ε_t
0	165,38	0,00
1	291,21	70,00
2	291,70	99,35
3	332,32	139,97
4	360,67	168,32
5	413,73	119,21
6	314,74	0,00
7	671,10	0,00
8	292,47	98,12
9	703,86	559,10
10	1087,59	942,84
11	1291,22	1146,47
12	2283,73	895,21
13	781,07	133,09
14	1087,53	0,00
15	0	0

A partir del décimo período se acumulan cantidades importantes tanto en el fondo de reserva como en forma de remanentes. Estos importes no pueden destinarse a amortizar más bonos del tramo subordinado ni a cancelar el crédito ya que el saldo pendiente de amortizar de estas fuentes de financiación subordinada alcanza a partir de dicho período el valor mínimo exigido como cobertura del tramo principal de la emisión de bonos de titulación. A partir del período 13, la amortización de los primeros bonos de este tramo *senior* permite amortizar también la deuda subordinada a éste liberando los recursos que se habían acumulado en el fondo de reserva como remanentes.