



GESTIÓN DE RIESGOS FINANCIEROS Y SOSTENIBILIDAD EN CONCESIONES VIALES EN
COLOMBIA: UN ANÁLISIS APLICADO A UN PROYECTO EXPUESTO A RIESGO DE TASA DE
INTERÉS Y TASA DE CAMBIO

*FINANCIAL RISK MANAGEMENT AND SUSTAINABILITY IN ROAD CONCESSIONS IN
COLOMBIA: AN ANALYSIS APPLIED TO A PROJECT EXPOSED TO INTEREST RATE AND
EXCHANGE RATE RISK*

ALEXANDRA CHIQUIZA VERGARA

Tesis de grado

Asesor

Fernando Alonso Villamil

UNIVERSIDAD EAFIT

ESCUELA DE FINANZAS, ECONOMÍA Y GOBIERNO

MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN FINANCIERA - MAF

BOGOTÁ

2025

Tabla de contenido

Resumen	5
<i>Abstract</i>	6
1. Introducción	7
2. Marco teórico	9
2.1. Las concesiones viales como estructuras de financiación de largo plazo	9
2.2. Riesgos de mercado en los proyectos de infraestructura vial sujetos a estudio	10
2.2.1. Riesgo de tasa de interés	10
2.2.2. Riesgo de tipo de cambio	10
2.3. Instrumentos financieros para la gestión de los riesgos sujetos a estudio.....	11
2.4. Contabilidad de coberturas bajo la norma IFRS 9	12
2.4.1. Fundamentos de IFRS 9 y su aplicación en instrumentos financieros	12
2.4.2. Objetivo de la contabilidad de coberturas	13
2.4.3. Tipos de cobertura reconocidos por IFRS 9	13
2.4.4. Requisitos para la aplicación del <i>hedge accounting</i>	14
2.4.5. Ventajas contables y financieras de aplicar contabilidad de coberturas	15
2.4.6. Aplicación práctica en concesiones viales en Colombia.....	15
2.5. Sostenibilidad financiera en proyectos de concesión vial	16
2.5.1. Concepto de sostenibilidad financiera.....	16
2.5.2. Relación entre riesgo financiero y sostenibilidad	16
2.5.3. Indicadores clave para evaluar la sostenibilidad financiera	17
3. Metodología de la investigación	19
3.1. Enfoque metodológico	19

3.2. Tipo de investigación y alcance	20
3.3. Diseño del estudio	20
3.4. Fuentes de información	21
3.5. Simulación de escenarios	21
3.6. Indicadores de análisis	21
3.7. Justificación del enfoque metodológico	22
4. Resultados	23
4.1 Esquema de sensibilidades	27
5. Conclusiones y recomendaciones.....	33
Referencias	35

Índice de tablas

Tabla 1. Simulación de escenarios de la TIR ante cambios de la TRM, la IBR y la SOFR.	28
Tabla 2. Simulación de escenarios del DSCR ante cambios de la TRM, la IBR y la SOFR.	28
Tabla 3. Simulación de escenarios del VPN ante cambios de la TRM, la IBR y la SOFR.	29
Tabla 4. Escenarios desviación estándar y probabilidad de ocurrencia sobre TIR, DSCR y VPN ante cambios en la proporción de deuda en USD y COP.	30
Tabla 5. Resultados sobre la estrategia de gestión de riesgos aplicada.	32

Resumen

La sostenibilidad financiera de los proyectos de infraestructura vial en Colombia se ve afectada por su exposición a riesgos de mercado como la tasa de interés y el tipo de cambio. Esta investigación analiza la efectividad del uso de derivados financieros como estrategia de cobertura ante dichos riesgos.

Para ello, se construyó un modelo financiero a treinta años con escenarios de sensibilidad sobre tasas de referencia. Se compararon estructuras sin cobertura y con cobertura. Los datos utilizados incluyeron tasas históricas variables macroeconómicas y flujos de concesiones reales. Los resultados muestran que una estructura de deuda mixta (en COP y en USD) puede ofrecer beneficios similares a endeudarse totalmente en dólares con cobertura. Además, los derivados estabilizan indicadores clave, incluso en escenarios adversos. Se concluye que la cobertura financiera mejora la viabilidad del proyecto y fortalece la estabilidad del flujo de caja.

Palabras clave: Gestión de riesgos financieros, Derivados financieros, Contabilidad de coberturas, Concesiones viales, Sostenibilidad financiera, Project finance, TIR.

Abstract

The financial sustainability of road infrastructure projects in Colombia is affected by their exposure to market risks such as interest rate and exchange rate volatility.

This research analyzes the effectiveness of using financial derivatives as a hedging strategy against such risks. A 30-year financial model was developed, incorporating sensitivity scenarios based on key reference rates. Structures with and without financial hedging were compared. The data used included historical interest and exchange rates, macroeconomic variables, and real cash flows from concession contracts. Results show that a mixed debt structure (COP and USD) can offer benefits equivalent to fully dollar-denominated debt combined with exchange rate hedging. Furthermore, the use of derivatives helps stabilize key indicators even under adverse conditions. It is concluded that financial hedging improves project viability and strengthens cash flow stability.

Keywords: financial risk management, interest rate swaps, currency hedging, public-private partnerships, concession projects, DSCR, financial derivatives, project finance, cash flow stability, IRR.

1. Introducción

En los últimos años, las concesiones viales en Colombia han estado expuestas a condiciones macroeconómicas adversas que han puesto de manifiesto su vulnerabilidad frente a los riesgos financieros, especialmente en lo relacionado con las tasas de interés y el tipo de cambio. Estos proyectos, estructurados a través de esquemas de financiación de largo plazo y altamente apalancados, dependen en gran medida de deuda que puede estar denominada en moneda local o extranjera, e indexada a tasas fijas o variables. Esta configuración los expone a elevados niveles de incertidumbre financiera, ya que quedan sujetos a la volatilidad de los mercados. En este contexto, la gestión del riesgo de tasa de interés y tipo de cambio adquiere especial relevancia, ya que permite anticipar y mitigar el impacto de aumentos en los costos financieros (Bancolombia, 2024).

Esta exposición se volvió crítica a partir del año 2021, cuando el Banco de la República adoptó una política monetaria contractiva para contener la inflación y elevó la tasa de intervención desde el 1,75 % en enero de 2021 hasta alcanzar el 13,25 % en mayo de 2023. Este incremento histórico encareció significativamente el servicio de deuda de las concesiones financiadas en pesos colombianos bajo esquemas indexados al IBR o al IPC y comprometió su capacidad de pago y su sostenibilidad financiera (Banco de la República, 2021-2024).

Simultáneamente, la depreciación sostenida del peso frente al dólar afectó negativamente a aquellas concesiones con compromisos en moneda extranjera, ya sea por financiamiento externo o por la adquisición de insumos importados. Ante este escenario, distintos actores del sector concesionario manifestaron su preocupación por la viabilidad financiera de los proyectos viales de cuarta y quinta generación, amenazada por el encarecimiento del crédito y una mayor exposición al riesgo (Portafolio, 2022; Vanguardia, 2022).

Estas circunstancias evidencian la necesidad de fortalecer la gestión de riesgos financieros mediante el uso de instrumentos derivados y coberturas contables para preservar la sostenibilidad de este tipo de proyectos en el largo plazo. Herramientas como los *swaps* de tasa de interés y los *forwards cambiarios* permiten estabilizar los flujos de caja, facilitan el cumplimiento de las

obligaciones financieras y resultan en una mejor evaluación del riesgo por parte de financiadores e inversionistas.

El propósito de este proyecto es analizar las estrategias de gestión de riesgos financieros aplicables a proyectos de concesión vial en Colombia, con especial énfasis en el uso de instrumentos derivados y su tratamiento contable bajo la norma internacional IFRS 9, mecanismo que permite mitigar el impacto de las tasas de interés y del tipo de cambio. La investigación se desarrolló a través de un enfoque mixto, de tipo cualitativo y cuantitativo. El análisis comparativo de escenarios financieros proyectados se llevó a cabo de tres maneras: (i) sin cobertura, (ii) con derivados sin contabilidad de cobertura y (iii) de manera general, con derivados y la aplicación de contabilidad de cobertura bajo IFRS 9.

2. Marco teórico

2.1. Las concesiones viales como estructuras de financiación de largo plazo

Los proyectos de infraestructura vial desarrollados bajo esquemas de Asociación Público-Privada (APP) han sido fundamentales para cerrar brechas de conectividad en Colombia. Estos modelos permiten que el sector privado se encargue del diseño, la construcción, la operación y el mantenimiento de la infraestructura, y son mejor conocidos como contratos EPC (*Engineering, Procurement and Construction*). A cambio, el privado espera recibir ingresos futuros durante un período de quince a treinta años. Dichos ingresos están compuestos por el recaudo de peajes, pagos por disponibilidad y vigencias futuras (diferencial entre el ingreso real y el valor presente de los ingresos proyectados) (Bancolombia, 2021).

Debido a la magnitud de las inversiones requeridas, estas iniciativas suelen estar altamente apalancadas, con alrededor del 70 % del capital proveniente de fuentes externas, tales como créditos bancarios sindicados, emisiones de bonos, préstamos de organismos multilaterales o mecanismos de deuda subordinada. Esta estructura financiera, combinada con la dependencia de flujos de ingresos proyectados y contratos indexados a variables macroeconómicas como las tasas de interés o el tipo de cambio, expone a las concesiones a un conjunto de riesgos financieros significativos. Si estos riesgos no son identificados y gestionados oportunamente, pueden comprometer la viabilidad financiera del proyecto y su capacidad de cumplir con las obligaciones pactadas.

2.2. Riesgos de mercado en los proyectos de infraestructura vial sujetos a estudio

2.2.1. Riesgo de tasa de interés

El riesgo de tasa de interés se manifiesta cuando variaciones en los indicadores de referencia — como el IBR en Colombia o el SOFR en mercados internacionales— generan alteraciones en los costos del financiamiento contratado a tasa variable. Este tipo de exposición es común en proyectos de concesión que recurren a estructuras de deuda indexadas a tasas variables de mercado, ya que estos buscan aprovechar condiciones de crédito inicialmente favorables. Sin embargo, un aumento inesperado en las tasas puede incrementar de forma considerable el gasto financiero del proyecto, afectar directamente su flujo de caja y reducir los márgenes de rentabilidad estimados. En casos extremos, dicho aumento puede dificultar el cumplimiento de las obligaciones financieras y contractuales, en especial cuando se requiere mantener indicadores como el *Debt Service Coverage Ratio* (DSCR) dentro de los niveles exigidos por los acreedores.

2.2.2. Riesgo de tipo de cambio

El riesgo asociado al tipo de cambio se presenta cuando una parte de los compromisos financieros, compras de insumos o pagos contractuales, se encuentran denominados en moneda extranjera, habitualmente dólares estadounidenses. Bajo estas condiciones, cualquier devaluación del peso colombiano implica un aumento en el valor en moneda local de dichas obligaciones, lo cual puede afectar negativamente la liquidez del proyecto. Este riesgo se ha intensificado en años recientes, especialmente durante periodos de alta volatilidad macroeconómica global, cuando la Tasa Representativa del Mercado (TRM) ha experimentado fluctuaciones abruptas. La falta de estrategias de cobertura frente a este tipo de exposición puede derivar en desviaciones significativas en los costos financieros proyectados y comprometer la estabilidad del modelo económico del contrato de concesión.

2.3. Instrumentos financieros para la gestión de los riesgos sujetos a estudio

Dado el nivel de exposición que enfrentan las concesiones viales frente a riesgos financieros derivados de la volatilidad en tasas de interés y tipo de cambio, se hace indispensable implementar mecanismos que permitan mitigarlos. En una estrategia integral de gestión financiera, el uso de instrumentos derivados representa una de las soluciones más eficaces para proteger la estabilidad económica de este tipo de proyectos. Entre los instrumentos más relevantes se encuentran:

- *Swaps* de tasa de interés (*Interest Rate Swaps* - IRS): Son contratos financieros mediante los cuales dos partes acuerdan intercambiar flujos de intereses, generalmente de tasa fija, por los de tasa variable. En el contexto de proyectos apalancados con deuda indexada al IBR o a tasas del mercado, estos instrumentos permiten fijar el costo financiero y proteger al concesionario frente a escenarios de alza en las tasas de referencia.
- *Forwards* cambiarios, opciones cambiarias y *cross currency swaps*: Estos instrumentos permiten pactar de antemano un tipo de cambio para una transacción futura. Son especialmente útiles en proyectos que mantienen obligaciones en moneda extranjera, como pagos de deuda o adquisición de insumos. Su implementación permite limitar el impacto de la devaluación del peso colombiano sobre los flujos del proyecto.

El uso adecuado de estos derivados facilita la construcción de un perfil financiero más estable y predecible, lo cual es fundamental en proyectos que dependen de ingresos proyectados a largo plazo y que deben garantizar el cumplimiento oportuno de sus obligaciones financieras. Además, la correcta aplicación de estos instrumentos contribuye a mejorar la percepción del riesgo por parte de los financiadores y optimiza la presentación contable de los resultados cuando esta se acompaña de un esquema de contabilidad de coberturas bajo normas como la IFRS 9.

2.4. Contabilidad de coberturas bajo la norma IFRS 9

2.4.1. Fundamentos de IFRS 9 y su aplicación en instrumentos financieros

La norma internacional conocida como IFRS 9, establecida por el International Accounting Standards Board (IASB), define los principios contables que deben aplicarse al tratamiento de los instrumentos financieros. Esta regulación sustituyó a la anterior IAS 39, con el fin de ofrecer un marco más flexible y alineado con las prácticas modernas de gestión del riesgo financiero. Entre sus principales componentes se incluyen la clasificación de activos y pasivos financieros, su medición, la determinación del deterioro por pérdidas crediticias esperadas y la contabilidad de coberturas (IFRS Foundation, 2023).

Una de las innovaciones más relevantes de IFRS 9 es su enfoque orientado a que la contabilidad refleje mejor la realidad económica de las operaciones de cobertura. Bajo esta perspectiva, la norma reconoce que muchas organizaciones utilizan instrumentos derivados —como *swaps* de tasas o contratos *forward*—, no con fines especulativos, sino para protegerse de eventos adversos vinculados al comportamiento de variables como las tasas de interés o el tipo de cambio. Por ello, introduce un modelo de contabilidad de coberturas (*hedge accounting*) que busca alinear los efectos financieros de estos derivados con los elementos que se desea proteger, para minimizar distorsiones contables.

Esta alineación es especialmente importante en sectores como la infraestructura vial, en los que los contratos de concesión suelen tener una alta exposición a riesgos de mercado. En estos casos, la posibilidad de documentar formalmente una relación de cobertura (la relación entre la partida cubierta y el instrumento de cobertura) permite que los efectos de valuación de los instrumentos derivados se reconozcan, en algunos casos, directamente en Otro Resultado Integral (ORI) y no afecten inmediatamente el estado de resultados, como ocurre normalmente. Esto no solo proporciona mayor claridad para el análisis financiero, sino que también contribuye a mantener la estabilidad contable, aspecto clave para entidades que dependen del cumplimiento de indicadores financieros frente a bancos, inversionistas y organismos multilaterales.

2.4.2. Objetivo de la contabilidad de coberturas

El propósito central de la contabilidad de coberturas es lograr coherencia entre el tratamiento contable de los instrumentos derivados y el de las partidas que estos buscan proteger. Cuando una entidad utiliza derivados como parte de su estrategia de gestión de riesgos, los cambios en su valor razonable se reconocen normalmente en el estado de resultados. Sin embargo, si el elemento cubierto (por ejemplo, una obligación financiera con tasa variable) no refleja estos mismos cambios, se produce un desajuste contable que distorsiona el desempeño financiero reportado.

La aplicación del modelo de cobertura contable resulta especialmente valiosa en proyectos de infraestructura de largo plazo, como las concesiones viales, en los que la estabilidad contable y la predictibilidad financiera son factores críticos para conservar la confianza de inversionistas, entidades financiadoras y agencias de calificación crediticia.

2.4.3. Tipos de cobertura reconocidos por IFRS 9

La norma IFRS 9 contempla tres tipos principales de relaciones de cobertura, cada una diseñada para responder a diferentes tipos de exposición financiera (IFRS Foundation, 2023):

- Cobertura de valor razonable (*Fair value hedge*): Se utiliza para proteger activos o pasivos reconocidos frente a cambios en su valor que sean atribuibles a riesgos específicos. Esta modalidad no es muy común en proyectos de concesión vial.
- Cobertura de flujo de efectivo (*Cash flow hedge*): Está orientada a reducir la incertidumbre sobre flujos futuros afectados por variables como tasas de interés o tipo de cambio. Es la forma de cobertura más utilizada en proyectos de infraestructura, dado que permite asegurar pagos de deuda o costos futuros.
- Cobertura de inversión neta en operaciones extranjeras (*Net investment hedge*): Aplica principalmente a grupos empresariales con filiales en el exterior, por lo que no resulta relevante en el caso de análisis de proyectos viales locales.

En el marco de una concesión con deuda a tasa variable, por ejemplo, puede implementarse un IRS para fijar el costo del servicio de la deuda. Si esta relación se documenta y gestiona correctamente como una cobertura de flujo de efectivo, conforme a los lineamientos de IFRS 9, las fluctuaciones en el valor del derivado no impactarán inmediata ni directamente el estado de resultados, sino que se reconocerán temporalmente dentro del patrimonio, bajo la categoría de otros resultados integrales (ORI).

2.4.4. Requisitos para la aplicación del *hedge accounting*

Para que una relación de cobertura sea aceptada contablemente bajo IFRS 9, es necesario que se cumplan tres condiciones fundamentales:

1. Documentación formal: Al momento de designar la cobertura, la entidad debe dejar constancia escrita del instrumento utilizado, el riesgo cubierto, el elemento objeto de protección y la metodología que se aplicará para evaluar la efectividad de la relación.
2. Existencia de una relación económica válida: Debe demostrarse que los cambios en el valor del instrumento derivado y del elemento cubierto responden a un mismo factor de riesgo y que el derivado está estructurado para compensar esos movimientos.
3. Evidencia razonable de efectividad: Aunque IFRS 9 elimina los requerimientos rígidos de efectividad estadística de la norma anterior (IAS 39), exige que la entidad justifique de forma razonable que la cobertura compensará adecuadamente los cambios esperados en los flujos o el valor del elemento cubierto.

2.4.5. Ventajas contables y financieras de aplicar contabilidad de coberturas

Implementar correctamente el *hedge accounting* bajo IFRS 9 genera beneficios tanto desde la perspectiva contable como desde la óptica financiera y estratégica. Entre las principales ventajas se encuentran:

- Menor volatilidad contable: Los efectos del valor razonable del derivado se trasladan al patrimonio, lo cual evita alteraciones abruptas en el resultado del periodo.
- Mejor presentación financiera: Se refleja de forma más fiel la intención económica de la cobertura, al alinear los estados financieros con la gestión real del riesgo.
- Mayor credibilidad ante financiadores: Un perfil contable más estable favorece la percepción de solidez por parte de bancos, inversionistas y organismos multilaterales.
- Cumplimiento de *covenants* financieros: La estabilidad en los indicadores financieros clave, como el DSCR, permite mantener condiciones favorables de financiamiento y evitar renegociaciones por incumplimiento técnico.

2.4.6. Aplicación práctica en concesiones viales en Colombia

En el contexto colombiano, el uso de instrumentos derivados en proyectos de infraestructura ha ido ganando terreno, especialmente a partir de los programas de concesiones 4G y 5G. Aunque el desarrollo del mercado de derivados ha sido limitado en comparación con otras economías, las concesiones más complejas ya han incorporado contratos *swap* para cubrir su exposición a la variación de tasas de interés. Sin embargo, la implementación del tratamiento contable de estas coberturas ha sido dispar. En muchos casos, las diferencias han estado relacionadas con el grado de conocimiento técnico del operador, el nivel de exigencia por parte de los financiadores y la asesoría contable disponible.

La correcta aplicación del modelo de contabilidad de coberturas representa una herramienta estratégica para estabilizar los estados financieros, mejorar la percepción de riesgo, y garantizar la sostenibilidad financiera de los proyectos. Esto cobra aún más relevancia en contextos de alta volatilidad macroeconómica, como el observado a partir de 2022, cuando el alza en tasas y la

devaluación cambiaria han afectado de manera directa los modelos de financiamiento de largo plazo.

2.5. Sostenibilidad financiera en proyectos de concesión vial

2.5.1. Concepto de sostenibilidad financiera

En el ámbito de los proyectos de infraestructura de largo plazo —como las concesiones viales—, el concepto de sostenibilidad financiera hace referencia a la capacidad del proyecto para mantener su equilibrio económico a lo largo del tiempo y de cumplir de manera oportuna con sus obligaciones operativas, contractuales y financieras, sin poner en riesgo su viabilidad ni su continuidad. Esta sostenibilidad implica que los ingresos generados —ya sea por la operación directa del activo o a través de pagos establecidos en el contrato— sean suficientes para cubrir los costos de operación, el servicio de la deuda y los compromisos pactados con inversionistas o financiadores.

En el contexto colombiano, lograr esa sostenibilidad requiere tener en cuenta diversos factores, entre los cuales destacan: la estabilidad de los flujos de ingreso —como los derivados del cobro de peajes o los pagos por disponibilidad—, la eficiencia en la gestión operativa del proyecto; la estructura de capital utilizada para financiarlo y, de forma crucial, la capacidad del concesionario para gestionar adecuadamente los riesgos de mercado asociados a variables externas como las tasas de interés y el tipo de cambio. La exposición a estas variables, si no es mitigada a través de mecanismos apropiados, puede alterar de manera significativa los flujos esperados, así como puede afectar los indicadores clave de sostenibilidad y rentabilidad del proyecto.

2.5.2. Relación entre riesgo financiero y sostenibilidad

Cuando los riesgos financieros no son gestionados adecuadamente, pueden provocar desviaciones en los costos de financiamiento, desequilibrio en los flujos de caja y pérdida de capacidad de

repago, lo cual afecta no solo la estabilidad del proyecto, sino también su calificación crediticia, su acceso a nuevos recursos y su reputación ante inversionistas.

En consecuencia, el uso de instrumentos de cobertura financiera como *swaps* de tasa de interés o *forwards* cambiarios es clave para mitigar los impactos adversos del mercado. Además, si estas coberturas son tratadas contablemente bajo los lineamientos de IFRS 9, se evita una exposición innecesaria a la volatilidad contable y se mejora la presentación de los estados financieros, lo cual fortalece el perfil crediticio del proyecto y facilita el acceso a nuevas fuentes de financiación.

2.5.3. Indicadores clave para evaluar la sostenibilidad financiera

La evaluación de la sostenibilidad financiera en proyectos de concesión vial exige el uso de indicadores que permitan medir con precisión la capacidad del proyecto para generar flujos suficientes y mantener su equilibrio económico en el tiempo. Estos indicadores son especialmente relevantes para entidades financiadoras, agencias calificadoras de riesgo e inversionistas institucionales, ya que permiten anticipar situaciones de estrés financiero y validar la efectividad de las estrategias de cobertura implementadas. A continuación, se describen los principales indicadores que serán considerados en esta investigación como referencias para evaluar el desempeño financiero en los distintos escenarios proyectados.

a) DSCR

Este indicador refleja la capacidad del proyecto para atender el servicio de deuda, es decir, capital más intereses, a partir de su flujo de caja operativo disponible. Se calcula de la siguiente manera:

$$DSCR = \frac{\text{Flujo de caja operativo neto}}{\text{Servicio total de la deuda}}$$

Un valor igual o superior a 1,2 suele considerarse aceptable, ya que indica que el proyecto genera por lo menos un 20 % más de flujo operativo respecto a sus obligaciones financieras.

b) TIR del inversionista

La Tasa Interna de Retorno (TIR) del inversionista es un indicador clave en la evaluación financiera de proyectos estructurados bajo esquemas de Asociación Público-Privada (APP), ya que refleja la rentabilidad efectiva que obtiene el aportante de capital propio a lo largo del ciclo de vida del proyecto. Este indicador representa la tasa de descuento que iguala el valor presente de los flujos de caja atribuibles al inversionista con el valor de su inversión inicial. Es decir, muestra cuál es la rentabilidad implícita del *equity* frente a los flujos futuros que recibirá, descontados a valor presente.

Este indicador es particularmente sensible a los cambios en variables como tasas de interés, tipo de cambio, inflación, ingresos contractuales o costos operativos. En consecuencia, una estrategia de cobertura financiera adecuada puede contribuir a estabilizar los flujos de *equity* y preservar o mejorar la TIR esperada por los socios del proyecto, lo cual impacta directamente la percepción de viabilidad financiera desde el punto de vista del inversionista.

c) Resultado neto contable

Refleja la utilidad del ejercicio, incluyendo el efecto de los instrumentos derivados en caso de no aplicar contabilidad de cobertura. Este indicador muestra cómo la valoración de los derivados puede afectar la utilidad cuando los cambios se registran directamente en el estado de resultados.

d) Indicadores de volatilidad financiera y contable

Consisten en comparar la variabilidad anual del resultado neto y el gasto financiero entre los distintos escenarios simulados. Esta comparación permite evaluar el grado de estabilidad que aporta el uso de derivados y la contabilidad de coberturas al perfil financiero del proyecto.

3. Metodología de la investigación

3.1. Enfoque metodológico

Esta investigación se desarrolla bajo un enfoque mixto: integra métodos cualitativos y cuantitativos con el propósito de analizar las implicaciones financieras de los riesgos de mercado, particularmente la tasa de interés y el tipo de cambio en proyectos de concesión vial.

Por un lado, el componente cualitativo permite abordar los fundamentos teóricos y normativos relacionados con el uso de derivados financieros y la aplicación de la contabilidad de coberturas según la norma IFRS 9. Este análisis teórico servirá de base para el diseño de estrategias de mitigación del riesgo en contextos aplicados. El enfoque cuantitativo, por su parte, consiste en la construcción de un modelo financiero con proyección de escenarios bajo distintas condiciones de riesgo, que permite comparar el desempeño financiero del proyecto con y sin coberturas.

Adicionalmente, se realizó un análisis de sensibilidad, en el cual se evaluó el efecto de cambios graduales en las tasas de interés (por ejemplo, incrementos o reducciones de cien puntos básicos) y variaciones del tipo de cambio (p. ej., devaluación progresiva del peso colombiano frente al dólar) sobre los indicadores financieros seleccionados. Esta técnica permite identificar los niveles críticos a partir de los cuales el proyecto comienza a comprometer su sostenibilidad financiera.

La integración de estos enfoques permite no solo examinar el marco técnico-normativo de la gestión de riesgos financieros, sino también demostrar empíricamente cómo las coberturas —correctamente estructuradas y contabilizadas— pueden estabilizar los resultados y fortalecer el perfil financiero de una concesión en entornos de alta volatilidad.

3.2. Tipo de investigación y alcance

Se trata de una investigación de carácter aplicado y explicativo, en la que se busca generar conocimientos útiles para la toma de decisiones financieras en proyectos de infraestructura. Se pretende, además, analizar cómo la exposición a factores como la tasa de interés y el tipo de cambio puede afectar la estabilidad financiera del proyecto, así como el impacto que tienen las herramientas utilizadas en la mitigación de dichos efectos. El estudio es de naturaleza analítica, ya que se proyectan distintos escenarios y se comparan los resultados obtenidos bajo cada uno de ellos.

3.3. Diseño del estudio

La investigación se desarrolla bajo un diseño metodológico que combina el análisis conceptual con la simulación financiera aplicada a un caso del sector de infraestructura vial. Para desarrollarla, se contemplaron tres escenarios, descritos a continuación.

Escenario 1: El proyecto opera sin ninguna estrategia de cobertura financiera y asume totalmente el riesgo de tasa de interés y tipo de cambio.

Escenario 2: Se implementan estrategias de gestión de riesgos a través de deuda sintética con derivados financieros (como *swaps* o *forwards*) o a través de deuda directa.

Escenario 3: Se utilizan instrumentos derivados y además se aplica el tratamiento contable correspondiente a cobertura de flujo de efectivo, según lo establece la normativa contable internacional.

3.4. Fuentes de información

La información utilizada para alimentar el modelo de análisis se obtuvo a partir de documentos oficiales, literatura académica, informes del sector y normativa vigente. El caso de estudio se construye con datos proyectados de una concesión vial con deuda y exposición a tasas variables y/o moneda extranjera, los cuales son ajustados en términos relativos a una base 100 para mantener la confidencialidad de la información. Los datos recolectados corresponden a proyecciones de ingresos contractuales, costos operativos estimados, plan de servicio de deuda, tasas de interés (IBR) y tipo de cambio proyectado (TRM), parámetros técnicos del instrumento derivado y supuestos contables bajo IFRS 9.

3.5. Simulación de escenarios

Con base en los datos recopilados, se elaboró un modelo financiero que permitió simular el comportamiento del proyecto bajo cada escenario. El modelo calculó flujos de caja, gastos financieros, resultado contable y patrimonio, diferenciando entre el impacto directo de los riesgos de mercado y la mitigación lograda mediante coberturas financieras y su correspondiente tratamiento contable.

3.6. Indicadores de análisis

Como se mencionó en el marco teórico, se consideraron los siguientes indicadores para comparar los efectos de cada escenario, evaluar la sostenibilidad financiera del proyecto y la efectividad de las coberturas implementadas: DSCR, TIR del inversionista, resultado neto del ejercicio y volatilidad anual del resultado contable. Estos indicadores permitieron concluir de forma objetiva

el impacto que cada uno de los escenarios propuestos tienen dentro de la estabilidad financiera de la concesión vial y considerar los choques en los factores de riesgo.

3.7. Justificación del enfoque metodológico

La integración de los enfoques cualitativo y cuantitativo responde a la necesidad de abordar el problema desde una perspectiva integral. La comprensión de las normas contables y financieras se complementa con la aplicación práctica de herramientas de cobertura en un modelo realista. De esta manera, el estudio no solo describe las implicaciones teóricas, sino que también demuestra su impacto sobre los resultados financieros del proyecto.

4. Resultados

El modelo financiero fue diseñado con el propósito de evaluar la sostenibilidad financiera de un proyecto de concesión vial en Colombia bajo condiciones de exposición a riesgo de tasa de interés y tipo de cambio. Para ello, se estructuró un flujo de caja proyectado a lo largo de un horizonte de treinta años, compuesto por dos fases claramente diferenciadas: un periodo de construcción de diez años, seguido por un periodo de operación de veinte años, durante el cual se estructura el flujo de caja operativo, el servicio de la deuda y los aportes a *equity*.

En los esquemas típicos de financiación de proyectos de infraestructura, es habitual encontrar una proporción de endeudamiento que oscila entre el 60 % y el 80 % del total; el porcentaje restante está compuesto por capital aportado por los inversionistas. Esta relación puede ajustarse en función del perfil de riesgo del proyecto y de las condiciones del mercado. Existen casos en los que la estructura resulta más conservadora o, por el contrario, más agresiva. En el ejercicio planteado, se define 80 % financiado con deuda y 20 % con patrimonio, en línea con los desafíos actuales del entorno colombiano.

El uso intensivo de deuda se justifica en gran parte porque esta representa un costo financiero más bajo en comparación con el capital propio, dado que exige una menor tasa de retorno al prestamista. Los datos resultantes del modelo arrojan un costo de la deuda de 18.66 % y un costo del patrimonio de 21.42 %. En consecuencia, desde la óptica de la asociación público-privada, el apalancamiento financiero se convierte en una herramienta eficiente, ya que permite reducir el costo promedio ponderado de capital (WACC), lo cual resulta en el mejoramiento de la viabilidad económica del proyecto. A su vez, esto se traduce en una menor necesidad de realizar pagos públicos para garantizar la rentabilidad comercial de la inversión, o bien, en los modelos en los que los ingresos provienen directamente de los usuarios, en una mayor probabilidad de alcanzar la autosostenibilidad del proyecto.

La modelación del proyecto arranca en la fase de construcción, en la que se contemplan erogaciones significativas de capital (CAPEX), incluyendo mantenimiento mayor, gastos de

preoperación y la constitución de subcuentas contractuales como el fondo MASC,¹ el fondo del controlador y el fondo de soporte contractual. Adicionalmente, se registran egresos operativos iniciales bajo la línea "OPEX preconstrucción". En esta etapa, es fundamental señalar que los egresos proyectados deben ser financiados mediante deuda, ya que los ingresos estimados por concepto de recaudo de peajes, contribuciones y compensaciones por diferencia de recaudo (DR) de la ANI resultan insuficientes para cubrir la totalidad de las obligaciones del proyecto y garantizar su viabilidad financiera.

La fase de operación inicia en el año 11, cuando se activan las líneas de ingreso por peajes, las contribuciones de la ANI y las compensaciones por diferencias de recaudo (DR). Este último rubro representa un mecanismo de estabilización del flujo que busca asegurar el equilibrio financiero en caso de desviaciones entre los ingresos proyectados y los observados. La estructura del ingreso también está dividida entre recursos denominados en pesos colombianos y aquellos que lo están en dólares, y refleja la dualidad de fuentes de ingresos y egresos en moneda local y extranjera.

En cuanto a los egresos, se incluyeron todos los gastos operativos relevantes: costos de operación y mantenimiento (O&M), gastos administrativos (SG&A), mantenimiento rutinario, impuestos operacionales y nuevas provisiones a subcuentas. Según lo definido en el modelo, y en línea con la estructuración de estos proyectos en Colombia, aproximadamente un 25 % de los egresos están denominados en dólares estadounidenses (USD), lo que genera una exposición estructural al tipo de cambio (TRM). Esta proporción incluye parte del mantenimiento mayor, ciertos costos operativos técnicos y la constitución inicial de las subcuentas en divisa extranjera.

Dentro de la estructura de costos de largo plazo del proyecto, se incorpora un componente significativo de CAPEX asociado al mantenimiento mayor, el cual contempla intervenciones periódicas relevantes para la conservación y la funcionalidad de la infraestructura vial (por

¹ Según la Agencia Nacional de Infraestructura (s. f.), la Subcuenta MASC (Mecanismo Alternativo de Solución de Controversias) es una cuenta especial creada dentro del contrato fiduciario de la ANI, financiada con recursos de la Cuenta Proyecto. Su finalidad principal es cubrir los costos asociados a mecanismos alternativos de resolución de conflictos, como honorarios de árbitros y gastos del Tribunal de Arbitramento o del Amigable Compondor.

ejemplo, repavimentaciones, rehabilitaciones estructurales o renovación de elementos críticos). Este rubro se activa principalmente durante el periodo operativo y presenta una exposición cambiaria importante: según el modelo financiero desarrollado, el 70 % del CAPEX de mantenimiento mayor está denominado en dólares estadounidenses (USD). Esta alta proporción en moneda extranjera se debe a la necesidad de importar equipos, materiales especializados o contratar servicios técnicos internacionales.

Dado que aproximadamente un 25 % de los ingresos del proyecto provienen de moneda extranjera (USD) y un 26 % de los gastos también están denominados en dólares, estructurar un 60 % de la deuda en pesos colombianos (COP) constituye una estrategia prudente de gestión financiera. Al financiar principalmente en moneda local, se reduce la exposición directa al riesgo cambiario, aun con parte del flujo operativo y de los costos en dólares, es decir, mantener la mayor parte del pasivo en COP evita que una devaluación del peso eleve sustancialmente el servicio de la deuda. Esto se alinea con la práctica del mercado colombiano, en la cual los esquemas de financiamiento de infraestructuras recurren a créditos locales en pesos para mejorar la bancarización del proyecto y mitigar el riesgo cambiario. Con ello, aunque siga habiendo exposición en dólares para gastos e ingresos, la carga financiera de la deuda (en pesos) se vuelve más estable, lo cual favorece un DSCR más robusto y facilita la gestión del servicio de la deuda bajo escenarios adversos de tipo de cambio.

La estructuración de la deuda dentro del modelo financiero se realizó con base en el cálculo del monto neto a financiar, definido como la diferencia entre los egresos del proyecto (CAPEX de construcción, mantenimiento mayor, subcuentas contractuales, OPEX y otros costos) y los ingresos operacionales. Una vez determinado ese déficit acumulado, se procedió a distribuirlo en forma de desembolsos anuales, los cuales fueron financiados en una proporción mixta entre deuda y *equity*. La deuda se amortizó a partir del periodo de operación, siguiendo un esquema de amortización lineal ajustada por *cash sweep*, en el cual el 80 % del excedente de caja posterior al pago de impuestos e intereses se destinó al prepago de capital. Este mecanismo permitió no solo atender el servicio de deuda de manera progresiva, sino también reflejar en el flujo los beneficios financieros de reducir los saldos de capital en los años operativos, lo que a su vez disminuye los intereses futuros y mejora los indicadores de cobertura como el DSCR. Además, en ciertos casos, suele ser un *covenant* que los bancos exigen para la deuda.

Los impuestos fueron calculados sobre el flujo de caja operativo neto (FCON), mediante la aplicación de una tasa efectiva del 35 %. Esto permitió reflejar de manera simplificada el impacto fiscal del proyecto sin necesidad de construir un estado de resultados contable completo. A partir de este FCON después de impuestos se simularon los escenarios con y sin cobertura financiera y se aplicaron derivados como *swaps* de tasa de interés y *forwards* cambiarios de forma hipotética.

Para la estimación del costo de capital del proyecto se construyó un modelo del Costo Promedio Ponderado de Capital (WACC) que incorpora tanto el costo de la deuda como el costo del *equity*, ponderados según su participación en la estructura financiera proyectada. En línea con lo asumido en el modelo y las condiciones actuales para estos proyectos en Colombia, se consideró una estructura de capital compuesta por 80 % deuda y 20 % *equity*. El costo de la deuda en dólares (Kd USD) fue calculado a partir de la tasa nominal compuesta (*Spread* + SOFR), más un *spread* de deuda soberana a diez años o riesgo país (2.89 %), más el índice global de deuda de infraestructura, que según FTSE Russell (s. f.) corresponde a 3.71 %, y una devaluación del 5.39 % (todos los datos anteriormente mencionados reflejan el valor actual de las cifras). Esto resulta en un costo de la deuda de 16.26 %, ponderado por la participación de deuda —es decir, 60 % en pesos y 40 % en dólares— y finalmente ajustado fiscalmente utilizando una tasa de impuesto corporativo del 35 %.

El costo del *equity* se estimó mediante el modelo CAPM, considerando un retorno esperado del mercado de capitales de 12.4 % y teniendo como referencia los retornos promedio del ETF de S&P500 de los últimos diez años. Se utiliza una tasa libre de riesgo de 3.45 % delimitada por el dato de los *US Treasuries* a veinte años, beta sectorial desapalancada de 0.99 (basada en datos de Damodaran para el sector de ingeniería y construcción) y el riesgo país mencionado anteriormente.

El costo promedio ponderado de capital corresponde a 21.4 % si se aplican sus respectivas ponderaciones en la estructura global de deuda *equity*. Con esta información se calculó el WACC consolidado del proyecto, utilizado como tasa de descuento para el cálculo del Valor Presente Neto (VPN), tanto en el escenario con cobertura como en el escenario sin cobertura.

4.1 Esquema de sensibilidades

El modelo financiero del proyecto incluye un esquema de sensibilidades cruzadas que evalúa el comportamiento de los indicadores clave (Tasa Interna de Retorno -TIR, DSCR y VPN) frente a variaciones en tres variables críticas de mercado: la tasa de interés IBR, la tasa SOFR (en caso de deuda en USD) y la TRM. Estas simulaciones permiten identificar escenarios base, optimistas y adversos, mostrando cómo incluso pequeñas variaciones en estas variables pueden deteriorar significativamente la capacidad de repago del proyecto o reducir la rentabilidad para el inversionista.

Los resultados muestran una alta sensibilidad del proyecto a escenarios combinados de aumento en tasas de interés y devaluación del peso colombiano, especialmente cuando existe un componente relevante de deuda o gastos denominados en dólares. La Tabla 1 presenta los diferentes choques sobre las variables de decisión. Los tonos verdes indican escenarios en los que la TIR es elevada, el DSCR está saludable y el VPN es alto, es decir, son los entornos más favorables. Sin embargo, también es importante considerar los escenarios en donde se hace necesario pensar en una estrategia de gestión y mitigación de riesgos de mercado.

En la Tabla 1, donde se presentan los escenarios de sensibilidad aplicados a la TIR, se observa que, bajo condiciones favorables con una TRM de COP 3 000 (siendo 4 000 el escenario de inicio para este análisis), una tasa IBR de 5.25 % y una tasa SOFR de 1.5 %, la rentabilidad para el inversionista alcanza un valor máximo del 28.35 %. No obstante, en un escenario adverso con TRM de COP 5 000, IBR de 13.25 % y SOFR de 5.5 %, la TIR disminuye hasta 18.10 %, lo que representa una pérdida de 10.25 puntos porcentuales respecto al escenario base. Esta caída en la rentabilidad es especialmente crítica si se tiene en cuenta que el retorno mínimo esperado por el inversionista está representado por el costo del *equity* (K_e), el cual, para este proyecto, se estima en 21.42 %. En consecuencia, cuando la TIR cae por debajo de ese umbral —como sucede en el escenario pesimista— el proyecto deja de ser atractivo desde el punto de vista del inversionista, al no cumplir con el retorno requerido sobre su aporte patrimonial.

Tabla 1. Simulación de escenarios de la TIR ante cambios de la TRM, la IBR y la SOFR.

TIR					
TRM/IBR	5.25 %	7.25 %	9.25 %	11.15 %	13.25 %
3 000	28.35 %	26.81 %	25.24 %	23.64 %	22.00 %
3 500	27.97 %	26.33 %	24.65 %	22.92 %	21.14 %
4 000	27.56 %	25.81 %	24.01 %	22.14 %	20.21 %
4 500	27.12 %	25.26 %	23.32 %	21.30 %	19.20 %
5 000	26.65 %	24.67 %	22.58 %	20.39 %	18.10 %
TRM/SOFR	1.50 %	2.50 %	3.50 %	4.50 %	5.50 %

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a la razón de cobertura del servicio de la deuda (DSCR), la matriz de sensibilidad (Tabla 2) evidencia que este indicador presenta una disminución significativa bajo condiciones adversas de mercado. En el escenario más favorable, con una TRM de COP 3 000, una tasa IBR de 5.25 % y una tasa SOFR de 1.5 %, el DSCR alcanza un valor de 2.27, lo cual refleja una holgura adecuada para cubrir el servicio de la deuda con el flujo operativo neto disponible. Sin embargo, en el extremo opuesto, cuando la TRM se eleva a COP 5 000, la tasa de interés IBR a 13.25 % y la SOFR a 5.5 %, el DSCR se reduce a 1.19, quedando por debajo del umbral mínimo requerido por el contrato, establecido en 1.25. Este resultado indica que, en escenarios de alta presión financiera, el proyecto podría incurrir en incumplimiento de sus obligaciones crediticias o activar cláusulas contractuales restrictivas.

Tabla 2. Simulación de escenarios del DSCR ante cambios de la TRM, la IBR y la SOFR.

DSCR					
TRM/IBR	5.25 %	7.25 %	9.25 %	11.15 %	13.25 %
3 000	2.27	2.09	1.94	1.82	1.71
3 500	2.06	1.90	1.76	1.65	1.55
4 000	1.88	1.73	1.61	1.50	1.41
4 500	1.73	1.59	1.47	1.38	1.29
5 000	1.60	1.47	1.36	1.27	1.19
TRM/SOFR	1.50 %	2.50 %	3.50 %	4.50 %	5.50 %

Fuente: Elaboración propia.

La matriz de sensibilidad del VPN (Tabla 3) muestra una disminución progresiva del valor del proyecto a medida que aumentan la TRM, la IBR y la SOFR, debido al encarecimiento del servicio de la deuda y los egresos denominados en dólares. En el escenario más favorable (TRM 5 000, IBR 5.25 %, SOFR 1.5 %), el VPN alcanza COP 1.46 billones, mientras que en el escenario más adverso (TRM 3 000, IBR 13.25 %, SOFR 5.5 %) cae a COP 885 000 millones, lo que evidencia una pérdida superior a COP 580 000 millones.

Tabla 3. Simulación de escenarios del VPN ante cambios de la TRM, la IBR y la SOFR (las cifras están expresadas en miles de millones de pesos).

VPN					
TRM/IBR	5.25 %	7.25 %	9.25 %	11.15 %	13.25 %
3 000	1,286,348	1,159,031	1,051,704	961,270	885,134
3 500	1,335,623	1,203,942	1,093,027	999,668	921,171
4 000	1,382,420	1,246,452	1,132,036	1,035,842	955,080
4 500	1,426,636	1,286,462	1,168,630	1,069,694	986,760
5 000	1,468,213	1,323,910	1,202,748	1,101,162	1,016,151
TRM/SOFR	1.50 %	2.50 %	3.50 %	4.50 %	5.50 %

Fuente: Elaboración propia.

De esta manera, en escenarios de alta presión financiera, se refuerza la necesidad de implementar estrategias de cobertura financiera que permitan mitigar la volatilidad en las tasas de interés y el tipo de cambio, con el fin de proteger la estabilidad del flujo de caja, mantener la rentabilidad del inversionista dentro de los rangos aceptables y sostener el DSCR dentro de los niveles requeridos por los financiadores del proyecto.

Es importante resaltar que durante el desarrollo del modelo financiero se identificó que la estructuración del proyecto con 100 % de la deuda en dólares ofrecía mejores resultados en términos de indicadores financieros como la TIR del inversionista y el DSCR promedio, debido principalmente a que las tasas de interés internacionales (referenciadas a SOFR) son significativamente más bajas que las tasas locales indexadas a IBR.

No obstante, este esquema implica una exposición elevada al riesgo cambiario, ya que una parte relevante de los ingresos está en pesos colombianos, mientras que el servicio de la deuda está denominado en dólares. Para mitigar esta exposición, se plantea un escenario intermedio en el cual la deuda se estructura con un 40 % en moneda local (COP) y 60 % en dólares estadounidenses (USD). Sobre la última porción se aplica una estrategia de cobertura cambiaria por medio de derivados financieros como *forwards* COP/USD o IRS.

Desde el punto de vista económico, este esquema equivale funcionalmente a estructurar el 100 % de la deuda en pesos colombianos, ya que el derivado convierte el servicio de la deuda en dólares en pagos predecibles en moneda local, fijando el tipo de cambio de referencia (TRM). En otras palabras, como medida de gestión de riesgos el endeudamiento puede trasladarse completamente a pesos (deuda directa) o se puede neutralizar el riesgo de tipo de cambio a través de derivados financieros (deuda sintética), trasladando el flujo de salida al entorno del peso colombiano. Este enfoque permitirá preservar los beneficios del menor costo financiero de la deuda en USD, mientras se protege la estabilidad del flujo de caja frente a escenarios de devaluación.

La Tabla 4 plantea un abanico de estructuras posibles que van desde una deuda totalmente en pesos (100 % COP / 0 % USD) hasta lo opuesto (0 % COP / 100 % USD) y permite analizar cómo se comportan los indicadores financieros del proyecto (TIR, DSCR, VPN) ante distintas exposiciones cambiarias, de tasas y condiciones de mercado. En la tabla se puede observar la desviación estándar de la TIR, DSCR y el VPN, así como la probabilidad de ocurrencia de que la TIR sea inferior al K_e y de que el DSCR sea inferior a 1.25.

Tabla 4. Escenarios desviación estándar y probabilidad de ocurrencia sobre TIR, DSCR y VPN ante cambios en la proporción de deuda en USD y COP.

Deuda COP	100 %	90 %	80 %	70 %	60 %	50 %	40 %	30 %	20 %	10 %	0 %
Deuda USD	0 %	10 %	20 %	30 %	40 %	50 %	60 %	70 %	80 %	90 %	100 %
desv.s TIR	4 %	3 %	3 %	3 %	3 %	3 %	3 %	3 %	2 %	2 %	2 %
Prob TIR < K_e	60 %	48 %	40 %	32 %	24 %	16 %	8 %	4 %	4 %	0 %	0 %
desv.s DSCR	20 %	21 %	23 %	25 %	27 %	30 %	34 %	38 %	42 %	48 %	54 %
Prob DSCR < 1.25	16 %	12 %	12 %	4 %	4 %	4 %	4 %	4 %	0 %	0 %	0 %
desv.s VPN	224,393	207,320	191,084	175,634	160,926	146,919	133,605	120,954	108,898	97,392	86,372

Fuente: Elaboración propia.

En términos de gestión de riesgos, esta estrategia de 40 % en dólares y 60 % en pesos logra un balance eficiente entre costo y rentabilidad del inversionista, permitiéndole al proyecto mantener indicadores financieros robustos sin asumir riesgos desproporcionados ante la volatilidad cambiaria.

Backtesting

Con el fin de validar la efectividad de la estrategia de gestión de riesgos propuesta, se realizó una prueba de simulación retrospectiva (*backtesting*) utilizando datos históricos reales de los últimos veinte años de las variables macro financieras objeto de revisión: la TRM, la SOFR (anteriormente LIBOR) y la tasa IBR.

La simulación retrospectiva consistió en analizar cómo permitió la estructura de financiamiento (proporción deuda–patrimonio) o la aplicación de la estrategia de cobertura mediante derivados financieros (que funcionalmente, como se explicó anteriormente, representa el mismo objetivo), mantener la TIR del inversionista por encima del retorno mínimo requerido (K_e) y conservar un DSCR dentro de los márgenes aceptables exigidos contractualmente (≥ 1.25).

De esta manera, la Tabla 5 evidencia que, bajo el escenario de cobertura sobre los indicadores base, se obtiene un DSCR de 1.71 y una TIR del 25.5 %, lo cual supera los umbrales mínimos requeridos. En la simulación retrospectiva (*backtesting*), la estrategia mantiene su efectividad, logrando una TIR aún más alta del 29.5 % y un VPN de \$ 1.267 millones, superior al del escenario base. Aunque el DSCR cae ligeramente a 1.64, permanece por encima del umbral crítico de 1.25, lo que confirma la capacidad del proyecto para atender el servicio de la deuda. En conjunto, estos resultados validan que la estrategia de cobertura propuesta es robusta, replicable y capaz de adaptarse a condiciones reales de mercado sin comprometer la viabilidad financiera del proyecto.

Tabla 5. Resultados sobre la estrategia de gestión de riesgos aplicada.

Escenarios	DSCR	TIR	VPN
Cobertura indicadores base	1.71	25.5 %	\$ 1,139,235
Backtesting	1.64	29.5 %	\$ 1,267,599

Fuente: Elaboración propia.

5. Conclusiones y recomendaciones

Esta investigación demostró que es posible estructurar una estrategia de gestión de riesgos financieros efectiva para proyectos de concesión vial en Colombia mediante el uso de combinaciones entre deuda denominada en moneda local y en dólares, así como a través del empleo de instrumentos derivados que permiten replicar el comportamiento de una deuda sintética en pesos o dólares. Esta aproximación, aplicada a través del modelo financiero desarrollado, permite cubrir adecuadamente los riesgos de mercado asociados a la volatilidad de la tasa de interés (IBR y SOFR) y del tipo de cambio (TRM), garantizando la estabilidad de los flujos y la sostenibilidad del proyecto.

Bajo los escenarios simulados, se encontró que estructurar un porcentaje de deuda en dólares, — en este caso 40 %— y aplicar cobertura cambiaria mediante *forwards* o *cross currency swaps* es funcionalmente equivalente a tomar un porcentaje mayor de la deuda en pesos colombianos, pero con la ventaja de que preserva un menor costo financiero asociado a la tasa externa. Esta estrategia híbrida, implementada como deuda directa en COP o como deuda en USD con cobertura de derivados, arrojó resultados satisfactorios y permitió mantener la TIR del inversionista por encima del costo del *equity* (K_e) y el DSCR dentro del umbral mínimo exigido por los contratos de financiación (≥ 1.25), incluso bajo condiciones de estrés financiero.

En consecuencia, se concluye que la gestión del riesgo a través de derivados financieros no solo es viable, sino que también puede representar una alternativa eficiente a la reestructuración del apalancamiento tradicional y otorgarle al proyecto mayor flexibilidad, previsibilidad y prevalencia financiera frente a entornos cambiantes del mercado.

Finalmente, resulta pertinente invitar a otros investigadores y analistas financieros a profundizar en el análisis del impacto que tiene la adopción de esquemas de contabilidad de coberturas bajo IFRS 9 sobre la presentación del estado de resultados integral (PyG) en proyectos de concesión. En este estudio, la evaluación se ha centrado en indicadores de caja como la TIR, el DSCR y el VPN. Sin embargo, incorporar un enfoque contable permitiría observar cómo se refleja el uso de

instrumentos derivados en otros resultados integrales (ORI) y en la volatilidad del resultado contable.

Para llevar a cabo este tipo de análisis, se sugiere construir un modelo que simule dos escenarios paralelos: uno sin contabilidad de cobertura —en el que los cambios en el valor razonable de los derivados impactan directamente la utilidad neta del periodo— y otro con aplicación de *hedge accounting*, en el que dichos efectos se difieren en patrimonio hasta la realización efectiva de los flujos. La metodología podría combinar la simulación financiera de mercado (con sensibilidad a tasas y TRM) con la estructura contable del estado de resultados bajo normativa IFRS, en especial considerando la clasificación de los instrumentos financieros, la documentación formal de la relación de cobertura y la evaluación de efectividad según los criterios del estándar.

En términos prácticos, se recomienda que las concesiones que consideren adoptar contabilidad de coberturas aseguren el cumplimiento de tres condiciones fundamentales: (i) documentación formal al momento de la designación del derivado como instrumento de cobertura, (ii) existencia de una relación económica clara entre el derivado y el elemento cubierto y (iii) capacidad razonable de demostrar la efectividad de la cobertura a lo largo del tiempo. Este ejercicio no solo enriquecería el análisis financiero desde una perspectiva contable, sino que además fortalecería la transparencia y la consistencia en la presentación de los estados financieros del proyecto, facilitando su evaluación por parte de inversionistas, entidades financiadoras y auditores externos.

Referencias

Agencia Nacional de Infraestructura (ANI). (s. f.). *Unión Vial Río Pamplonita S.A.S.: Proyecto vial Doble Calzada Pamplona-Cúcuta – Contrato de Concesión No. 002 de 2017.*

https://www.ani.gov.co/sites/default/files/hiring/26088/2577//union_vial_rio_pamplonita_2.pdf

Bancolombia. (2021). *Cómo funciona la financiación de proyectos “Project Finance” en infraestructura vial.* <https://www.bancolombia.com/empresas/capital-inteligente/especiales/infraestructura-2021/project-finance-en-infraestructura-vial>

Bancolombia. (2024). *Análisis y gestión de riesgos de mercado en los proyectos de infraestructura vial en Colombia.* <https://www.bancolombia.com/empresas/capital-inteligente/actualidad-economica-sectorial/riesgos-mercado-proyectos-infraestructura-vial>

Bancolombia. (s. f.). *Guía Bancolombia [Publicación de proyecciones macroeconómicas].* <https://www.bancolombia.com/empresas/capital-inteligente/investigaciones-economicas/publicaciones/guia-bancolombia>

Banco de la República (2021-2024). *Tasa de intervención de política monetaria.*

https://suameca.banrep.gov.co/estadisticas-economicas/informacionSerie/59/tasas_interes_politica_monetaria

FTSE Russell. (s. f.). *FTSE Fixed Income Core Infrastructure Index (FFICII) factsheet.*

<https://research.ftserussell.com/Analytics/FactSheets/Home/DownloadSingleIssue?issueName=FFICII&isManual=True>

IFRS Foundation. (2023). *NIIF 9 Instrumentos financieros.*

<https://www.ifrs.org/content/dam/ifrs/publications/html-standards/spanish/2023/issued/ifrs9.html>

Portafolio. (2022). *Infraestructura: cómo la subida del dólar y alza de tasas de interés complican financiación de plan 5G.* <https://www.portafolio.co/economia/finanzas/infraestructura-como-la-subida-del-dolar-y-alza-de-tasas-de-interes-complican-financiacion-de-plan-5g-574497>

Vanguardia. (2022). *Constructoras preocupadas: alza en tasas de interés y dólar condicionan financiamiento de las 5G*. <https://www.vanguardia.com/economia/nacional/2022/11/23/que-les-preocupa-a-las-constructoras-alza-en-tasas-de-interes-y-subida-del-dolar-condicionan-la-financiacion-de-las-5g/>