



**GUÍA METODOLÓGICA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL CORREDOR
GEOTÉCNICO EN LA PLANEACIÓN DE PROYECTOS VIALES EN COLOMBIA**

HERNÁN ALBERTO CASTELLANOS PATIÑO

**UNIVERSIDAD EAN
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE PROYECTOS
BOGOTÁ, COLOMBIA**

2026

Resumen

El presente trabajo de investigación, titulado “Guía metodológica para la implementación del corredor geotécnico en la planeación de proyectos viales en Colombia”, aborda la necesidad de incorporar desde etapas tempranas información geológica, geotécnica, geomorfológica, climática, ambiental, territorial y de riesgos en la planeación de proyectos viales. El estudio reconoce que las condiciones del territorio colombiano inciden directamente en el alcance, los costos, el cronograma, la sostenibilidad y la toma de decisiones, por lo que el corredor geotécnico se plantea como una herramienta técnica para reducir incertidumbres, anticipar riesgos y fortalecer la planeación preventiva de la infraestructura vial.

La investigación se desarrolló bajo una metodología cualitativa, con enfoque documental y alcance descriptivo-propositivo, mediante la revisión de referentes normativos, técnicos, institucionales y académicos nacionales e internacionales. Los resultados evidencian que, aunque existe un avance normativo en el país, persiste una brecha entre el reconocimiento del corredor geotécnico y su aplicación práctica. Como aporte, se propone una guía metodológica con criterios, fases, productos verificables y responsabilidades que permitan articular el corredor geotécnico con la selección de alternativas, la gestión del riesgo, la sostenibilidad y la gerencia de proyectos viales en Colombia.

Abstract

The present research study, entitled “Methodological Guide for the Implementation of the Geotechnical Corridor in the Planning of Road Projects in Colombia,” addresses the need to incorporate geological, geotechnical, geomorphological, climatic, environmental, territorial, and risk-related information from the early stages of road project planning. The study recognizes that the conditions of the Colombian territory directly influence project scope, costs, schedule, sustainability, and decision-making. Therefore, the geotechnical corridor is proposed as a technical tool to reduce uncertainty, anticipate risks, and strengthen preventive planning in road infrastructure.

The research was developed under a qualitative methodology, with a documentary approach and a descriptive-propositional scope, through the review of national and international regulatory, technical, institutional, and academic references. The findings show that, although the country has made regulatory progress, a gap remains between the formal recognition of the geotechnical corridor and its practical application. As a contribution, this study proposes a methodological guide with criteria, phases, verifiable products, and responsibilities to articulate the geotechnical corridor with the selection of alternatives, risk management, sustainability, and the management of road projects in Colombia.

Contenido

	Pág.
Lista de Figuras	5
Lista de Tablas.....	6
Introducción.....	7
Objetivos	9
<i>Objetivos específicos</i>	9
Justificación	10
Marco Teórico.....	13
Metodología	59
Diagnóstico	64
Guía Metodológica Propuesta.....	76
Conclusiones	80
Referencias	82
Anexos	87

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. Número de publicaciones por año.....	51
Figura 2. Publicaciones por país	51
Figura 3. Publicaciones por autor.....	52
Figura 4. Distribuciones de las publicaciones por área temática	53
Figura 5. Número de publicaciones por año búsqueda avanzada.....	54
Figura 6. Publicaciones por país búsqueda avanzada	56
Figura 7. Publicaciones por autor búsqueda avanzada.....	57
Figura 8. Mapa de concurrencias de palabras claves	58

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1. Matriz de revisión documental.....	19
Tabla 2. Matriz de revisión normativa nacional	27
Tabla 3. Matriz de revisión documental Internacional.....	44
Tabla 4. Número de Publicaciones por año	50
Tabla 5. Número de Publicaciones por año búsqueda avanzada.....	54
Tabla 6. Matriz metodológica para el cumplimiento de los objetivos	62
Tabla 7. Escala de calificación matriz multicriterio	64
Tabla 8. Criterios y subcriterios considerados.....	65
Tabla 9. Priorización de documentos internacionales según su pertinencia metodológica.....	66
Tabla 10. Matriz de identificación de riesgos e implicaciones geotécnicas en la planeación y ejecución de proyectos viales	71
Tabla 11. Criterios considerados para la elaboración de la guía metodológica.	77

Introducción

La red vial tiene una importancia clave en la conectividad del territorio, la competitividad económica y las posibilidades de que las comunidades accedan a servicios, mercados y alternativas de desarrollo. Su planeación no puede entenderse únicamente como el diseño de una obra lineal. Una carretera se desarrolla sobre territorios complejos, con condiciones físicas, ambientales y sociales que cambian a lo largo del trazado. Por eso, las decisiones en proyectos viales deben apoyarse en información técnica suficiente desde las primeras etapas, especialmente cuando el corredor atraviesa zonas con alta complejidad geológica, geomorfológica, hidroclimática o ambiental. Desde esta perspectiva, una infraestructura resiliente debe ser capaz de anticipar amenazas, reducir vulnerabilidades y mantener la prestación del servicio frente a eventos que puedan afectar su funcionamiento (Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD], 2020).

En Colombia, este reto adquiere una importancia particular. La diversidad del relieve, la variabilidad climática, la presencia de áreas ambientalmente sensibles y la exposición a fenómenos como movimientos en masa, erosión, socavación, avenidas torrenciales e inestabilidad de laderas influyen directamente en la planeación de los proyectos viales. Estas condiciones pueden afectar el alcance, los costos, el cronograma, la seguridad vial, la operación y el mantenimiento de los corredores. En esa línea, la Asociación Mundial de la Carretera señala que la adaptación de la infraestructura vial exige incorporar la gestión del riesgo y el análisis de vulnerabilidad en los procesos de decisión de las entidades responsables de la red vial (World Road Association [PIARC], 2023b). De manera complementaria, la gestión del riesgo debe asumirse como parte integral de la planificación, y no como una acción posterior al diseño o a la construcción (International Organization for Standardization [ISO], 2018).

Pese a lo anterior, en la práctica la información geotécnica y territorial suele adquirir mayor peso cuando ya se han tomado decisiones estratégicas del proyecto, como la selección de alternativas, la definición del alcance, la estimación de costos o la programación inicial. Esta situación puede generar incertidumbres técnicas, ajustes de diseño, mayores cantidades de obra, retrasos, sobrecostos y dificultades para asignar responsabilidades durante el proyecto. Ante este panorama, la Resolución 20243040018375 de 2024 incorporó en los proyectos de infraestructura vial el concepto de corredor geotécnico y adoptó los Lineamientos de Infraestructura Verde Vial. Con ello, se refuerza la necesidad de integrar el análisis del

territorio, la gestión del riesgo y la sostenibilidad desde las fases tempranas de planeación (Ministerio de Transporte, 2024).

Por lo tanto, el problema de investigación se orienta hacia la necesidad de contar con una guía metodológica que permita implementar el corredor geotécnico de manera ordenada y sistemática en la planeación de proyectos viales en el país. En este marco, el trabajo se desarrolla a partir de la siguiente pregunta: ¿cómo estructurar una guía metodológica para la implementación del corredor geotécnico en la planeación de proyectos viales en Colombia? En coherencia con esta pregunta, la investigación busca proponer una guía metodológica que oriente la implementación de información geológica, geotécnica, geomorfológica, hidrogeológica, hidroclimática, ambiental, territorial y antrópica desde las primeras etapas del proyecto vial. Para desarrollar este proceso, se toma como base la revisión documental y el análisis de referentes técnicos y la formulación de criterios aplicables a la planeación.

El documento se estructura en varios apartados. En primer lugar, se presentan el planteamiento del problema, los objetivos y la justificación. Después, se desarrolla el marco teórico y conceptual, en el que se abordan temas relacionados con la planeación vial, la dirección de proyectos y el manejo de riesgo, la sostenibilidad, la resiliencia y el corredor geotécnico. Más adelante, se expone el marco normativo e institucional aplicable al contexto colombiano y se describe la metodología utilizada. El trabajo cierra con la presentación de los resultados, la guía metodológica propuesta, las conclusiones y las recomendaciones dirigidas a fortalecer la implementación del corredor geotécnico en la planeación de proyectos viales en Colombia.

Objetivos

Objetivo general

Proponer una guía metodológica para la implementación del corredor geotécnico en la planeación de proyectos viales en Colombia.

Objetivos específicos

- Analizar los fundamentos teóricos relacionados con el corredor geotécnico en la planeación de proyectos de infraestructura vial del país
- Identificar los principales riesgos e implicaciones geotécnicas que influyen en la planeación y ejecución de proyectos viales, considerando su efecto sobre el alcance, los costos, el cronograma, la sostenibilidad y la toma de decisiones.
- Generar una guía metodológica para la integración del corredor geotécnico en la planeación de proyectos viales en el contexto colombiano.

Justificación

La presente investigación cobra importancia en la medida que responde a una necesidad cada vez más evidente en la planeación vial: integrar desde etapas tempranas el conocimiento del territorio en las decisiones sobre infraestructura. Una carretera no puede entenderse solo como una obra lineal definida por su trazado, su costo o su funcionalidad. Su desempeño depende además de las condiciones físicas, ambientales y sociales del lugar donde se construye y opera. Por esta razón, distintos organismos internacionales han señalado que la infraestructura debe planearse con criterios de resiliencia, sostenibilidad, gestión del riesgo y visión de ciclo de vida. Esto permite reducir vulnerabilidades y favorecer la continuidad de los servicios que estas obras prestan a la sociedad (OECD, 2020; PIARC, 2023b).

El problema que aborda el presente trabajo se relaciona con la forma limitada en que, muchas veces, se incorporan de manera sistemática las variables geológicas, geomorfológicas, hidrogeológicas, hidroclimáticas, ambientales y antrópicas durante las primeras fases de los proyectos viales. En la práctica, decisiones clave como la elección de la mejor alternativa, la delimitación del proyecto, el cálculo inicial de costos y la programación temprana suelen tomarse antes de contar con una lectura suficiente del terreno. Esta situación puede generar ajustes posteriores en los diseños, sobrecostos, retrasos, mayores exigencias de mantenimiento y afectaciones en la seguridad y continuidad del servicio vial. La literatura técnica sobre riesgo geotécnico en proyectos carreteros insiste en la importancia de identificar, comunicar y gestionar estos riesgos desde las fases iniciales, en especial cuando existen incertidumbres asociadas al subsuelo y a la estabilidad del entorno físico (Transportation Research Board [TRB], 2020).

En el nivel local, la pertinencia de esta temática es aún más clara por las condiciones geográficas, geológicas y climáticas del país. Muchos corredores viales atraviesan zonas montañosas, laderas inestables, áreas susceptibles a deslizamientos y territorios expuestos a amenazas naturales. El Servicio Geológico Colombiano ha señalado que los movimientos en masa están asociados a factores geológicos, hidrometeorológicos y geomorfológicos, por lo que requieren análisis técnicos especializados que apoyen la planeación territorial y la gestión del riesgo (Servicio Geológico Colombiano [SGC], 2017). De manera complementaria, el Atlas de Riesgo de Colombia muestra la importancia de contar con información sobre amenazas como movimientos en masa,

inundaciones, sequías, sismos y otros fenómenos que pueden afectar tanto la infraestructura como la seguridad de la población (Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres [UNGRD], 2018).

El desarrollo de esta investigación resulta oportuno dentro del contexto normativo actual, sobre todo por la expedición de la Resolución 20243040018375 de 2024 del Ministerio de Transporte. Esta norma incorporó el concepto de corredor geotécnico en los proyectos de infraestructura vial, adoptó los Lineamientos de Infraestructura Verde Vial y estableció disposiciones relacionadas con la gestión del riesgo de desastres. Su importancia radica en que reconoce la necesidad de analizar los corredores viales desde una mirada integral, en la que las condiciones físicas, geotécnicas y ambientales del territorio tengan una incidencia real en la planeación, el diseño, la construcción, la operación y el mantenimiento de la infraestructura. No obstante, la existencia de la norma, por sí sola, no asegura una aplicación uniforme en los proyectos. Por esta razón, se requiere una guía metodológica que facilite su implementación práctica en el contexto vial colombiano (Ministerio de Transporte, 2024).

En el ámbito académico y disciplinar, esta investigación aporta a la estructuración de una guía metodológica para implementar el corredor geotécnico en la planeación de proyectos viales en el país. La guía busca organizar criterios, fases, productos, responsabilidades y mecanismos de actualización que permitan conectar la información del territorio con la gerencia de proyectos. De esta manera, el corredor geotécnico puede convertirse en una herramienta de apoyo para identificar riesgos desde etapas tempranas, evaluar alternativas, definir el alcance, estimar costos, programar actividades, incorporar criterios de sostenibilidad y fortalecer la toma de decisiones. Este enfoque se alinea con recomendaciones internacionales que promueven una gestión de infraestructura basada en evidencia, riesgo, resiliencia y coordinación institucional durante el periodo de servicio de los activos. (OECD, 2024a; TRB, 2020).

En el ámbito institucional, empresarial y social, el trabajo desarrollado puede generar beneficios para entidades públicas, concesionarios, consultores, interventorías, contratistas y operadores viales. Su utilidad se relaciona con la posibilidad de contar con una herramienta que apoye la planeación preventiva y mejore la trazabilidad de las decisiones técnicas. La guía propuesta puede servir como apoyo en la elaboración de términos de referencia, la revisión de estudios, la priorización de zonas críticas, la asignación de responsabilidades y la actualización de información durante la operación y

el mantenimiento. Desde una perspectiva social, una mejor incorporación del corredor geotécnico puede ayudar a reducir cierres viales, afectaciones a comunidades, pérdidas económicas y riesgos para los usuarios. Con ello, se aporta al desarrollo de una infraestructura más segura, sostenible y resiliente. Esta orientación guarda relación con la planeación nacional reciente, que reconoce la infraestructura de transporte como un elemento estratégico para la conectividad territorial, la integración regional y el desarrollo con enfoque social y ambiental (Departamento Nacional de Planeación [DNP], 2023).

En consecuencia, desarrollar una Guía metodológica para la implementación del corredor geotécnico en la planeación de proyectos viales en Colombia representa un aporte pertinente y necesario. Su valor está en adaptar al contexto nacional buenas prácticas relacionadas con la gestión de georriesgos, la resiliencia vial, la sostenibilidad y la planificación integral del territorio. Asimismo, permite avanzar desde el reconocimiento normativo del corredor geotécnico hacia una aplicación más clara, útil y verificable. Esta aplicación puede fortalecer la toma de decisiones en las fases tempranas de los proyectos y mejorar su desempeño durante todo el ciclo de vida (Ministerio de Transporte, 2024; PIARC, 2023c).

Marco Teórico

A continuación, se abordan los conceptos, enfoques y antecedentes que permiten comprender la relación entre la planeación de proyectos viales, la gestión del riesgo, la sostenibilidad y el corredor geotécnico, con el propósito de comprender su incidencia en la toma de decisiones tempranas, la estructuración del proyecto y la gestión de condiciones territoriales que pueden comprometer el funcionamiento de la red vial del país.

Gestión y planeación de proyectos

Se concibe como la articulación de criterios técnicos, competencias, enfoques de trabajo y medios disponibles para alcanzar los propósitos definidos y aportar valor en un contexto específico. Dentro de este proceso, la planeación cumple un papel fundamental, permitiendo definir el alcance, estimar presupuestos, programar actividades, identificar riesgos y orientar la toma de decisiones desde las primeras etapas del proyecto (Project Management Institute [PMI], 2021).

Bajo esta mirada, la planeación va más allá de organizar actividades en un cronograma. Se trata de un proceso integral que relaciona variables técnicas, económicas, ambientales y territoriales. En el desarrollo de proyectos viales, esta dimensión adquiere especial relevancia, dado que muchas decisiones tomadas al inicio influyen directamente en el desarrollo posterior del proyecto, en particular en costos, tiempos, sostenibilidad y gestión del riesgo. Este enfoque es coherente con el PMBOK, que resalta la importancia del pensamiento sistémico, la capacidad de adaptación, el aseguramiento de la calidad, el manejo oportuno de los riesgos y la generación de valor a lo largo del proyecto (PMI, 2021).

Planeación de proyectos de infraestructura vial

Implica analizar y definir alternativas que permitan asegurar la factibilidad técnica, financiera, ambiental y funcional de la obra. En este proceso es necesario considerar aspectos como las características del trazado, las condiciones del terreno, la conectividad del corredor, la disponibilidad de recursos, los riesgos del entorno y los requerimientos normativos. La estructuración de este tipo de proyectos exige integrar estudios geométricos, geológicos, geotécnicos, hidráulicos, ambientales y prediales, entre otros componentes necesarios de manera que las decisiones iniciales del proyecto cuenten con una base técnica más sólida (Instituto Nacional de Vías [INVIAS], 2013).

En el caso colombiano, esta planeación adquiere una complejidad particular por la diversidad geográfica del territorio. La presencia de cordilleras, laderas con procesos erosivos, zonas susceptibles a movimientos en masa, lentes de agua y variabilidad geológica hace que el análisis del territorio sea un factor clave desde las primeras etapas del proyecto. Estas condiciones inciden en el diseño de la vía y llegar a afectar los costos, los tiempos, la operación, el mantenimiento y la seguridad del corredor.

Por lo anterior, la planeación vial requiere articular estudios técnicos especializados, análisis de riesgos, criterios ambientales y mecanismos de gestión institucional. Documentos técnicos recientes del Instituto Nacional de Vías muestran que la estructuración y gestión de proyectos carreteros debe considerar componentes de diseño y construcción, junto con aspectos ambientales, sociales, prediales y de gestión del riesgo. Todos ellos condicionan la viabilidad y sostenibilidad de las intervenciones viales (INVIAS, 2023). En consecuencia, una planeación adecuada debe facilitar la identificación temprana de restricciones y amenazas que puedan afectar la estabilidad, la protección de los usuarios, la prestación continua del servicio y el desempeño financiero del proyecto.

Gestión del riesgo en proyectos viales

Constituye un elemento clave dentro de la gerencia de proyectos, en especial cuando se trata de infraestructura. De acuerdo con el enfoque del PMBOK, los proyectos se desarrollan en contextos marcados por la incertidumbre. Por esta razón, identificar y gestionar los riesgos desde las etapas tempranas permite proteger el valor del proyecto, reducir posibles afectaciones y mejorar su desempeño a lo largo del tiempo (PMI, 2021).

En los proyectos viales, esta gestión adquiere una complejidad particular, puesto que la infraestructura se relaciona de manera directa con el territorio. Una carretera no depende únicamente del diseño o de los recursos asignados. Su comportamiento a su vez está condicionado por las características del terreno, la exposición a amenazas naturales, las condiciones hidrológicas y climáticas, la estabilidad de las laderas y el entorno ambiental del corredor. Esto hace necesario incorporar el análisis y manejo del riesgo durante la planeación y estructuración del proyecto. Las condiciones de amenaza, exposición y vulnerabilidad pueden afectar la conectividad, la seguridad de los usuarios, la continuidad operativa de la red vial y la sostenibilidad de la inversión en infraestructura (Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres, 2019).

Amenazas Naturales en proyectos viales

Corresponden a fenómenos geológicos, geomorfológicos, hidrológicos, climáticos o sísmicos que pueden afectar la forma en que operan, el nivel de seguridad que ofrecen y la continuidad del servicio en los corredores carreteros. Como las vías atraviesan territorios extensos y con condiciones muy diversas, es frecuente que estén expuestas a movimientos en masa, caída de rocas, flujos de detritos, inundaciones, socavación, erosión y sismos. Por esta razón, estas amenazas deben considerarse desde la planeación, especialmente en zonas montañosas, áreas inundables o sectores con alta susceptibilidad hidrogeomorfológica. En estos contextos, los eventos extremos de precipitación pueden aumentar la probabilidad de fallas e interrupciones en la infraestructura (Mushtaq et al., 2024).

En la gerencia de proyectos, las amenazas naturales representan una fuente importante de incertidumbre. Su ocurrencia puede incidir directamente en el alcance, los costos, el cronograma, la calidad y la sostenibilidad de la infraestructura vial. Cuando no se identifican a tiempo, pueden generar rediseños, mayores cantidades de obra, retrasos, cierres operacionales, deterioro acelerado y afectaciones sociales por pérdida de conectividad. Por ello, su análisis debe incorporarse en las etapas de prefactibilidad y factibilidad, como insumo para comparar alternativas de trazado, definir medidas de mitigación, estimar contingencias y reducir la exposición futura del proyecto (OECD, 2024b).

El análisis de amenazas naturales en infraestructura vial debe abordarse con una visión preventiva y sistémica. Esto implica relacionar las condiciones del medio físico con la exposición y vulnerabilidad de la vía durante todo su ciclo de vida. En lugar de concentrarse únicamente en atender emergencias, la planeación debe anticipar condiciones críticas y fortalecer la resiliencia del corredor. Así, amenazas como inundaciones o movimientos en masa requieren integrar información hidráulica, geológica, geomorfológica, climática y de mantenimiento, con el propósito de reducir fallas, proteger la funcionalidad de la infraestructura y mejorar su capacidad de adaptación frente a eventos extremos (OECD, 2024b).

Sostenibilidad en Proyectos Viales

El concepto de sostenibilidad tiene una de sus bases más reconocidas en el Informe Brundtland, donde se plantea que un modelo de desarrollo es sostenible cuando

responde a las demandas del presente sin limitar la posibilidad de que las generaciones futuras puedan atender las suyas. Esta definición permite entender que el desarrollo no puede analizarse únicamente desde el crecimiento económico, puesto que también requiere considerar variables relacionadas con el entorno, las comunidades y la sostenibilidad financiera en los procesos de decisión (World Commission on Environment and Development, 1987).

Desde esta perspectiva, la sostenibilidad implica tomar decisiones que generen beneficios actuales sin deteriorar los recursos, los ecosistemas ni las condiciones de vida futuras. En el campo de la infraestructura, esto significa que los proyectos deben planearse, diseñarse, construirse y operarse considerando su funcionalidad técnica, junto con sus efectos sobre el territorio, las comunidades, los ecosistemas y la capacidad de adaptación ante amenazas, cambios climáticos y transformaciones del entorno. Por ello, la sostenibilidad en infraestructura vial va más allá del cumplimiento ambiental. También exige incorporar criterios de resiliencia, eficiencia, operación segura y prestación continua del servicio durante las distintas fases del proyecto (World Bank, 2019a).

En los proyectos viales, la sostenibilidad se relaciona con la capacidad de desarrollar corredores y redes de transporte funcionales, seguras, resilientes y compatibles con el medio físico y ambiental. La Asociación Mundial de la Carretera señala que una infraestructura vial sostenible debe responder a retos asociados con la resiliencia, el desempeño ambiental y la adaptación de las redes frente a nuevas exigencias sociales y climáticas. De manera complementaria, el Banco Mundial ha destacado que la infraestructura resiliente ayuda a reducir pérdidas, fortalecer la continuidad operativa del servicio y proteger la inversión pública y privada (PIARC, 2023a).

La incorporación de criterios de sostenibilidad en proyectos viales debe iniciar desde la planeación y el diseño. Esto implica considerar la resiliencia del corredor, el desempeño ambiental, la eficiencia en el uso de recursos, la seguridad y la adaptación a las condiciones del entorno. En otras palabras, el objetivo no se limita a reducir los impactos ambientales durante la construcción. De igual manera requiere orientar el trazado, el diseño, la selección de materiales, el manejo del agua, la estabilidad y la operación futura de la vía de acuerdo con las características reales del territorio (PIARC, 2023a).

Por lo anterior, la sostenibilidad no debe entenderse únicamente como el cumplimiento de requisitos ambientales, puesto que incluye además el aprovechamiento responsable

de los recursos y la disminución de condiciones de riesgo, la conservación funcional de la infraestructura, la seguridad de los usuarios y la capacidad del proyecto para adaptarse a amenazas naturales o a condiciones territoriales complejas. En este sentido, la sostenibilidad aplicada a proyectos viales exige una visión integral, donde la lectura del territorio y la gestión del riesgo se vuelven componentes esenciales de la planeación. Esto resulta importante cuando la infraestructura debe responder a entornos cambiantes y garantizar la continuidad del servicio en las diferentes etapas del proyecto y su operación (World Bank, 2019a).

Infraestructura verde vial

Se entiende como un enfoque para planear, diseñar, construir y operar carreteras integrando criterios ambientales, sociales, tecnológicos y de ingeniería. Su propósito es prevenir, reducir y atender los efectos adversos que los proyectos viales pueden generar sobre el territorio. En Colombia, los Lineamientos de Infraestructura Verde Vial señalan que estas consideraciones deben incorporarse desde las fases de planeación y diseño, de modo que la ubicación, el trazado, el desarrollo de las obras y la operación de la vía, respondan a criterios de sostenibilidad y contribuyan a un balance ambiental neto positivo (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2020).

En términos técnicos y ambientales, este enfoque propone entender las carreteras más allá de su función de conectividad. Las vías son intervenciones territoriales que deben integrarse de forma responsable con los ecosistemas, los corredores de biodiversidad, las fuentes hídricas, las coberturas vegetales y las dinámicas sociales del entorno. Por eso, la infraestructura verde vial permite complementar las soluciones tradicionales de ingeniería con medidas como pasos de fauna, restauración de coberturas, manejo sostenible de drenajes, revegetalización de taludes, protección de rondas hídricas y demás intervenciones apoyadas en procesos naturales. Estas acciones pueden aportar beneficios en resiliencia climática, biodiversidad, bienestar comunitario y reducción de riesgos (International Finance Corporation, 2024).

En los proyectos viales, la infraestructura verde cobra especial importancia en razón de que ayuda a incorporar una visión preventiva y de ciclo de vida frente a los impactos ambientales y climáticos del proyecto. Su aplicación desde la planeación temprana favorece la selección de alternativas de trazado menos sensibles, reduce la fragmentación de ecosistemas, protege servicios ecosistémicos y mejora la adaptación

de la vía ante amenazas como inundaciones, erosión o inestabilidad de laderas. Bajo esta mirada, la infraestructura verde vial contribuye a lograr conectividad territorial sin comprometer la calidad ambiental, mediante intervenciones más integradas, resilientes y sostenibles (Fundación para la Conservación y el Desarrollo Sostenible, 2021).

Corredor geotécnico en planificación vial

Instrumento técnico para analizar el territorio e incorporar, desde las primeras etapas de los proyectos viales, información geológica, geotécnica, geomorfológica, hidrológica, sobre las condiciones ambientales del territorio y los riesgos que pueden incidir en el proyecto. Su importancia está en que permite pasar de una lectura aislada del terreno, basada en estudios puntuales o verificaciones posteriores al trazado, hacia una comprensión más integral del espacio físico donde se proyecta, construye y opera la infraestructura vial. En Colombia, este concepto fue incorporado formalmente en los procesos de planeación vial con la expedición de la Resolución 20243040018375 de 2024, norma que adopta de igual manera los Lineamientos de Infraestructura Verde Vial y establece disposiciones sobre la gestión del riesgo de desastres en el sector transporte (Ministerio de Transporte, 2024).

Dentro de la planificación institucional, el corredor geotécnico puede asumirse como un insumo estratégico para mejorar la estructuración de proyectos viales. Su aplicación permite identificar amenazas, restricciones y condiciones del territorio que influyen en la selección de alternativas, la claridad sobre lo que se ejecutará y los recursos que deberán preverse, la programación del cronograma y la priorización de estudios técnicos especializados. Esta visión se relaciona con los procesos de planificación de la infraestructura pública, donde la estructuración de proyectos debe ir más allá del cumplimiento de metas físicas de construcción e integrar criterios de eficiencia, sostenibilidad, articulación territorial y pertinencia técnica (INVIAS, 2023).

Asimismo, el corredor geotécnico puede ayudar a fortalecer la relación entre la planeación vial y los objetivos nacionales de conectividad, convergencia regional y desarrollo territorial. Al incorporar información del terreno desde etapas tempranas, este instrumento permite valorar con mayor precisión las condiciones que pueden afectar la viabilidad de los corredores y la sostenibilidad de las intervenciones.

Riesgos e implicaciones geotécnicas en proyectos viales

Los proyectos viales en Colombia pueden verse afectados por diferentes riesgos geotécnicos que inciden de manera directa en la planeación y ejecución. Entre los más relevantes se destacan los procesos de remoción en masa, la inestabilidad de taludes, la caída de rocas, la erosión, la socavación, los asentamientos diferenciales, los problemas de drenaje, la presencia de fallas geológicas y la variabilidad climática. Estos fenómenos deben analizarse más allá de su condición física, pues pueden modificar el alcance del proyecto, incrementar los costos, alterar el cronograma, afectar la sostenibilidad y condicionar la toma de decisiones.

Tabla 1.

Matriz de revisión documental

Riesgo o condición crítica	Implicación en la planeación y ejecución vial	Efecto sobre alcance, costos, cronograma y sostenibilidad
Movimientos en masa	Pueden afectar la selección del trazado, la estabilidad de la vía y la continuidad funcional del corredor.	Generan necesidad de obras de estabilización, rediseños, cierres viales, mayores costos y ampliaciones de plazo.
Inestabilidad de taludes	Condiciona cortes, rellenos, obras de contención, drenajes y métodos constructivos.	Puede aumentar cantidades de obra, requerir monitoreo especializado y modificar el cronograma de construcción.
Caída de rocas	Representa riesgo para usuarios, trabajadores y operación vial, en especial en corredores de montaña.	Exige medidas de protección, barreras, mallas, estabilización y mantenimiento periódico.
Erosión y socavación	Afecta márgenes de ríos, obras de drenaje, puentes, terraplenes y estabilidad de la banca.	Puede generar pérdida de infraestructura, necesidad de obras hidráulicas y mayores costos de mantenimiento.
Asentamientos o subsidencia	Incide en el comportamiento de terraplenes, pavimentos, estructuras y obras complementarias.	Requiere estudios adicionales, mejoramiento de suelos, ajustes de diseño y seguimiento durante operación.
Deficiencias de drenaje	Incrementan la susceptibilidad a fallas de taludes, erosión y deterioro de la estructura vial.	Afectan la durabilidad de la vía y pueden generar intervenciones correctivas tempranas.
Variabilidad climática y lluvias extremas	Actúan como detonantes de procesos de inestabilidad y deterioro acelerado de infraestructura.	Exigen incorporar criterios de resiliencia, adaptación climática y mantenimiento preventivo.

Nota: Elaboración propia

El análisis de estos riesgos muestra que la planeación vial no puede apoyarse únicamente en criterios de conectividad, distancia, costo inicial o disponibilidad predial. Las condiciones geotécnicas pueden cambiar el alcance del proyecto, aumentar las cantidades de obra, requerir estudios complementarios, afectar el cronograma y comprometer la sostenibilidad de la infraestructura. Por eso, la evaluación temprana del corredor debe incluir criterios como exposición, susceptibilidad, complejidad constructiva, resiliencia, mantenimiento y adaptación climática.

Bajo este enfoque, el Banco Mundial plantea que la gestión de georriesgos en carreteras debe abordarse desde un enfoque preventivo. Esto implica identificar amenazas, evaluar el riesgo, definir acciones de intervención física y estrategias complementarias de gestión, realizar monitoreo y fortalecer las acciones orientadas a conservar la funcionalidad de la infraestructura durante su periodo de servicio (Global Facility for Disaster Reduction and Recovery, 2020).

Diagnóstico normativo e institucional en Colombia

Resolución 20243040018375 de 2024

Es el principal referente normativo colombiano, dado que incorpora formalmente el concepto de corredor geotécnico en los proyectos viales del país. A partir de esta norma, se reconoce como una franja de análisis territorial vinculada al desarrollo de la vía, en la que deben estudiarse las condiciones que inciden en el conocimiento del riesgo. Esta mirada amplía el análisis más allá de la carretera, al incluir la ladera que acompaña cada tramo, desde la divisoria superior hasta las partes bajas del terreno, comúnmente asociadas a ríos, quebradas u otros cauces naturales.

Esta definición es relevante debido a que permite ampliar la lectura tradicional del proyecto vial. La infraestructura ya no se analiza solo desde la calzada o el derecho de vía, también se entiende a partir de su relación con el territorio que influye en su estabilidad, operación y sostenibilidad (Ministerio de Transporte, 2024).

En el ámbito institucional, la resolución representa un avance importante al articular el corredor geotécnico con los Lineamientos de Infraestructura Verde Vial y con la gestión del riesgo de desastres. De esta manera establece su aplicación en las diferentes etapas del ciclo del proyecto, incluyendo la planeación estratégica, prefactibilidad, factibilidad, diseños definitivos, construcción, operación, intervención y desmantelamiento. A su vez,

asigna al INVIAS la responsabilidad de definir lineamientos técnicos y metodológicos para incorporar este concepto en el desarrollo de proyectos viales.

Según la revisión, se identifica que el principal desafío no está solo en reconocer normativamente el corredor geotécnico. Su verdadero alcance depende de una implementación práctica, apoyada en criterios homogéneos, productos verificables, responsabilidades institucionales claras y mecanismos que permitan integrarlo con el alcance, los costos, los tiempos previstos para su ejecución y la forma en que se identifican y controlan los riesgos (Ministerio de Transporte, 2024).

Plan Nacional de Desarrollo 2022 - 2026

Ofrece el marco de política pública desde el cual puede comprenderse la incorporación del corredor geotécnico en la planeación vial. Este documento plantea transformaciones relacionadas con una forma de planificar el territorio que parte del agua y reconoce la necesidad de mayor equilibrio ambiental, la acción climática, la convergencia regional y el cierre de brechas territoriales. Estos aspectos son relevantes para la investigación, porque ubican la infraestructura de transporte dentro de una visión más amplia de desarrollo territorial, sostenibilidad y adaptación climática. Esto coincide con la necesidad de que los proyectos viales incorporen, desde etapas tempranas, información sobre las condiciones físicas, ambientales y de riesgo del territorio (DNP, 2023).

En el diagnóstico, el PND no desarrolla de forma específica el concepto de corredor geotécnico. Aun así, ofrece una base estratégica importante para justificar su incorporación en la planeación de proyectos viales. Al priorizar el ordenamiento territorial, la infraestructura adaptada al cambio climático y la integración regional, el documento permite entender que la planeación vial debe ir más allá de una mirada centrada únicamente en la construcción. Se requiere una aproximación preventiva, territorial y resiliente. En este marco, el corredor geotécnico puede interpretarse como un instrumento técnico que ayuda a materializar los objetivos del PND en el sector transporte, al facilitar decisiones mejor informadas sobre trazados, alternativas, riesgos, sostenibilidad y viabilidad de los proyectos (DNP, 2023).

Plan Estratégico Institucional INVIAS 2023 - 2026

Permite reconocer la capacidad institucional y los lineamientos estratégicos del INVIAS con respecto al fortalecimiento de la red vial nacional. El documento se articula con el

Plan Nacional de Desarrollo y orienta la gestión institucional hacia el fortalecimiento de la infraestructura intermodal, la convergencia territorial, el cierre de brechas regionales y la mejora de la conectividad.

Además, incorpora el Modelo Integrado de Planeación y Gestión como referente para promover una gestión pública más eficiente. Este aspecto es pertinente para el diagnóstico, permitiendo analizar cómo el corredor geotécnico podría integrarse a los procesos institucionales de planeación, ejecución, seguimiento y control de los proyectos viales (INVIAS, 2023).

Al analizar el componente institucional, este documento evidencia que el INVIAS cumple un papel central en la implementación del corredor geotécnico, especialmente por su responsabilidad sobre la red vial nacional y por su función técnica dentro del sector transporte. Al mismo tiempo, permite identificar que dicha implementación requiere capacidades específicas: disponibilidad de información territorial, articulación entre dependencias técnicas, coordinación con entidades ambientales y de gestión del riesgo, actualización normativa, financiación de estudios y seguimiento durante el proyecto.

Por tanto, el reto institucional consiste en convertir el corredor geotécnico en un procedimiento operativo dentro de la gestión del INVIAS, más allá de su reconocimiento como requisito técnico en documentos normativos recientes (INVIAS, 2023).

Decreto 0978 de 2024

Establece la segunda actualización del Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se convierte en un referente normativo importante para relacionar el corredor geotécnico con la política nacional de gestión del riesgo. Esta norma retoma los lineamientos de acción enfocados en analizar el riesgo, reducirlo y atenderlo. A su vez, señala que el Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres define objetivos, programas, acciones, responsables y presupuestos para orientar la planificación del desarrollo nacional.

Este enfoque resulta clave para la planeación vial, en la medida que permite entender la gestión del riesgo como un componente que debe incorporarse desde la formulación, estructuración y ejecución de los proyectos de infraestructura, y no únicamente como una respuesta ante emergencias ya ocurridas (Presidencia de la República de Colombia, 2024).

En relación con el corredor geotécnico, el decreto ofrece un soporte institucional amplio, pues refuerza la necesidad de incluir el riesgo como un factor determinante dentro de los mecanismos de planificación sectorial y territorial. Esto respalda la idea de que los proyectos viales deben analizar sus condiciones de exposición, susceptibilidad y vulnerabilidad desde las primeras etapas.

No obstante, al tratarse de una norma general sobre gestión del riesgo, su aplicación al sector transporte requiere instrumentos metodológicos específicos. Es decir, herramientas que permitan llevar estos principios a actividades concretas, productos técnicos, responsables, presupuestos y criterios de decisión. En este punto, el corredor geotécnico puede funcionar como una herramienta sectorial para hacer operativo el conocimiento y la reducción del riesgo en la infraestructura vial (Presidencia de la República de Colombia, 2024).

Lineamientos de Infraestructura Verde Vial para Colombia

Son un referente técnico importante puesto que proponen integrar criterios ambientales y de sostenibilidad desde el inicio de la planeación de la infraestructura carretera. El documento plantea que los proyectos viales deben incorporar medidas relacionadas con la ubicación, el trazado, el diseño, la ingeniería y el manejo del proyecto, con el fin de evitar, prevenir, mitigar, corregir o compensar impactos ambientales significativos. Junto con ello, organiza sus lineamientos según las etapas del ciclo del proyecto: planeación estratégica sectorial, prefactibilidad, factibilidad y diseños definitivos, construcción, operación, intervención y desmantelamiento (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2020).

Para el diagnóstico, este documento tiene un valor especial en razón de que ofrece una estructura metodológica que puede servir como referente para la guía de integración del corredor geotécnico. Su enfoque de intervención temprana resalta la necesidad de incorporar la mejor información disponible desde la concepción y planeación del proyecto. Esto incluye análisis de ordenamiento territorial, conectividad ecosistémica, conectividad territorial, concentración de corredores viales y cambios en las condiciones climáticas.

Esta lógica se relaciona de manera directa con el corredor geotécnico, ambos instrumentos buscan anticipar restricciones, reducir incertidumbres y mejorar la toma de

decisiones antes de que el proyecto avance hacia etapas con mayor rigidez técnica, financiera y contractual (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2020).

Atlas de Riesgo de Colombia

Constituye un soporte técnico relevante para justificar la incorporación del corredor geotécnico en la planeación de proyectos viales. El documento presenta información sobre amenazas naturales y tecnológicas, exposición, vulnerabilidad y evaluación probabilista del riesgo. Dentro de estas amenazas se incluyen movimientos en masa, inundaciones, sismos, sequías, incendios de cobertura vegetal y eventos volcánicos.

En su introducción, el Atlas señala que conocer el riesgo es el primer paso para tomar decisiones informadas y sostenibles. Plantea que los planes de desarrollo y de ordenamiento territorial deben incorporar el riesgo como un factor determinante dentro de la planificación (Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres [UNGRD], 2018).

En relación con el corredor geotécnico, el principal aporte del Atlas está en mostrar la importancia de usar información técnica sobre amenaza, exposición y vulnerabilidad para orientar decisiones de inversión, priorización y reducción del riesgo. Además, el documento reconoce que las evaluaciones nacionales y departamentales permiten identificar zonas donde se requieren estudios con mayor nivel de detalle.

Este punto es clave, debido a que permite sustentar que el corredor geotécnico debe funcionar como un instrumento de análisis progresivo. Es decir, puede partir de información general disponible, pero debe avanzar hacia estudios más detallados en prefactibilidad, factibilidad y diseño, principalmente en zonas críticas para la estabilidad y funcionalidad de la infraestructura vial (UNGRD, 2018)

Guía metodológica para la evaluación del riesgo físico por movimientos en masa en la infraestructura vial

Elaborada en el marco del Convenio Interadministrativo 003 de 2018 entre el Servicio Geológico Colombiano y el INVIAS, constituye uno de los antecedentes técnicos más importantes para esta investigación. El documento define el corredor geotécnico como el sector de ladera asociado a un tramo vial, que comprende tanto las áreas ubicadas por encima como por debajo de la calzada, desde la divisoria superior hasta la parte más baja del terreno. Esta última suele estar asociada a un sector plano del terreno

relacionado con un río u otro cauce natural. Esta definición coincide con la incorporada posteriormente en la Resolución 20243040018375 de 2024, lo que evidencia una continuidad entre el desarrollo técnico previo y su formalización normativa más reciente (Servicio Geológico Colombiano [SGC] & INVIAS, 2018).

La guía desarrolla componentes metodológicos como el inventario de procesos de inestabilidad, el análisis de amenaza, el análisis de vulnerabilidad, los escenarios de afectación, el cálculo del riesgo y el análisis de riesgo en infraestructura vial. Su aporte al diagnóstico es significativo, ofreciendo una base técnica concreta para evaluar movimientos en masa en corredores viales existentes.

Ahora bien, presenta una limitación importante: su enfoque está centrado en vías ya implantadas en el territorio, más que en proyectos nuevos desde etapas tempranas de planeación. Por esta razón, se reconoce como un insumo técnico esencial; no obstante, para los fines de esta investigación debe complementarse con criterios de prefactibilidad, factibilidad, selección de alternativas, sostenibilidad, costos, cronograma y toma de decisiones. Esto permitiría estructurar una guía metodológica aplicable a la planeación de proyectos viales en Colombia (SGC & INVIAS, 2018).

Guía de manejo ambiental de proyectos de infraestructura – modo carretero

Esta guía constituye un instrumento técnico relevante para el diagnóstico normativo e institucional, debido a que orienta la gestión ambiental y social de los proyectos carreteros a cargo del INVIAS. Su propósito es servir como una herramienta de consulta rápida de los volúmenes desarrollados por la entidad, abordando aspectos como el marco normativo, la tipología de proyectos, el levantamiento de línea base, los criterios de sostenibilidad, las medidas de manejo y los programas de monitoreo y seguimiento.

Además, la guía integra dimensiones técnicas, ambientales, económicas, financieras, sociales y de gobernanza. Esto permite entender la infraestructura vial desde una mirada más amplia, en la que la ejecución física de las obras se relaciona con el territorio, las comunidades, los recursos naturales y la gestión institucional del proyecto (INVIAS, 2022).

Para el diagnóstico del corredor geotécnico, este documento aporta un complemento importante. Permite relacionar el análisis de riesgos y de condiciones del territorio con los instrumentos de manejo ambiental y social aplicables a los proyectos viales. Pese a que

la guía no desarrolla de forma específica el concepto de corredor geotécnico, sí ofrece criterios útiles para su futura integración metodológica. Entre ellos se encuentran la clasificación de proyectos según su complejidad, la identificación de impactos ambientales y sociales, la definición de medidas de prevención, mitigación o compensación, y el seguimiento mediante fichas, programas e indicadores.

Así que, la guía muestra que el corredor geotécnico debe entenderse como una herramienta integral, capaz de conectar el análisis técnico del terreno con la sostenibilidad, la gobernanza, el manejo de recursos naturales y la gestión social del proyecto (INVIAS, 2022).

Evaluación de daños, pérdidas e impactos asociados al fenómeno de La Niña 2021 – 2023

Presenta hallazgos recientes sobre la relación entre variabilidad climática, riesgos territoriales e infraestructura. El documento fue elaborado con la participación de entidades nacionales como el Fondo Adaptación, el DNP y la UNGRD, junto con organismos internacionales como el PNUD. Su enfoque parte de una lógica interinstitucional orientada a evaluar daños, pérdidas, impactos y necesidades.

En su análisis contextual, el documento señala que Colombia, por sus condiciones geológicas, climáticas y territoriales, presenta una alta exposición a eventos como deslizamientos, movimientos en masa, inundaciones y crecientes súbitas. Esta exposición se intensifica sobre todo durante periodos de exceso de precipitación asociados al fenómeno de La Niña (Fondo Adaptación et al., 2024).

Para el diagnóstico del corredor geotécnico, este documento resulta relevante porque muestra que los eventos climáticos extremos tienen efectos directos sobre la infraestructura y sobre la continuidad de los servicios territoriales. Además, refuerza la necesidad de incorporar criterios de variabilidad climática, adaptación y gestión del riesgo desde la planeación de los proyectos viales, en lugar de considerar estos aspectos solo durante la atención de emergencias o la recuperación posterior a un desastre.

La información derivada de eventos como La Niña debe alimentar la planeación del corredor geotécnico. Esto es importante para identificar zonas susceptibles, prever obras de estabilización y drenaje, estimar costos preventivos y reducir futuras afectaciones sobre la operación vial (Fondo Adaptación et al., 2024).

Tabla 2.

Matriz de revisión normativa nacional

Documento	País / Entidad / Año	Información analizada	Aporte al diagnóstico
Resolución 20243040018375 de 2024	Colombia / Ministerio de Transporte / 2024	Objeto de la resolución, definición de corredor geotécnico, adopción de los Lineamientos de Infraestructura Verde Vial y disposiciones ante a la gestión del riesgo de desastres.	Constituye el soporte normativo directo del corredor geotécnico en Colombia. Permite demostrar que el instrumento ya cuenta con reconocimiento jurídico, pero requiere desarrollo metodológico para su implementación efectiva.
Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026	Colombia / Departamento Nacional de Planeación / 2023	Transformaciones relacionadas con ordenamiento territorial alrededor del agua, justicia ambiental, acción climática, convergencia regional, infraestructura y sostenibilidad.	Aporta el marco de política pública que respalda una planeación vial territorial, sostenible y resiliente. Permite vincular el corredor geotécnico con objetivos nacionales de desarrollo y adaptación climática.
Plan Estratégico Institucional INVIAS 2023-2026	Colombia / INVIAS / 2023	Plataforma estratégica, marco legal, diagnóstico de infraestructura a cargo, articulación con el PND, gestión institucional e infraestructura intermodal.	Permite identificar el rol del INVIAS como actor clave en la implementación del corredor geotécnico y evidencia la necesidad de capacidades institucionales, coordinación técnica y actualización normativa.
Decreto 0978 de 2024	Colombia / Presidencia de la República y UNGRD / 2024	Segunda actualización del Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, procesos de conocimiento, reducción y manejo del riesgo, responsables, presupuestos y articulación con la planificación nacional.	Refuerza la obligación de incorporar la gestión del riesgo en la planificación sectorial y territorial. Sustenta el corredor geotécnico como herramienta para operacionalizar el conocimiento y reducción del riesgo en proyectos viales.
Lineamientos de Infraestructura	Colombia / Ministerio de	Alcance de los lineamientos, Enfoque	Aporta una estructura metodológica útil para

Documento	País / Entidad / Año	Información analizada	Aporte al diagnóstico
Verde Vial para Colombia	Ambiente y Desarrollo Sostenible, Ministerio de Transporte, WWF y FCDS / 2020	de Intervención Temprana, sostenibilidad ambiental, medidas de manejo y estructura por etapas del ciclo del proyecto vial.	organizar la guía del corredor geotécnico por fases: planeación estratégica, prefactibilidad, factibilidad, construcción, operación, intervención y desmantelamiento.
Atlas de Riesgo de Colombia: revelando los desastres latentes	Colombia / UNGRD e Ingeniar Risk Intelligence / 2018	Amenazas naturales y tecnológicas, exposición, vulnerabilidad, evaluación probabilista del riesgo, movimientos en masa, inundaciones y necesidad de información para la toma de decisiones.	Proporciona soporte técnico para justificar la incorporación del riesgo en la planeación vial. Evidencia la necesidad de estudios con mayor resolución en zonas críticas y de decisiones basadas en amenaza, exposición y vulnerabilidad.
Guía metodológica para la evaluación del riesgo físico por movimientos en masa en la infraestructura vial	Colombia / Servicio Geológico Colombiano e INVIAS / 2018	Definición de corredor geotécnico, inventario de procesos de inestabilidad, análisis de amenaza, vulnerabilidad, escenarios de afectación, cálculo y análisis del riesgo.	Es el antecedente técnico más directo del corredor geotécnico. Aporta elementos metodológicos para evaluar movimientos en masa, pese a que requiere complementarse para proyectos nuevos y fases tempranas de planeación.
Guía de manejo ambiental de proyectos de infraestructura – Modo carretero,	Colombia / INVIAS y Universidad Distrital Francisco José de Caldas / 2022	Marco conceptual, jurídico y normativo; clasificación de proyectos; línea base; criterios de sostenibilidad; medidas de manejo ambiental y social; programas de seguimiento, control y monitoreo; y lineamientos para la elaboración del PAGA (Plan de Adaptación de la Guía Ambiental).	Complementa el diagnóstico al articular la planeación vial con la gestión ambiental y social. Aporta criterios para integrar el corredor geotécnico con sostenibilidad, gobernanza, manejo de recursos naturales, seguimiento ambiental y clasificación de proyectos según complejidad.
Evaluación de daños, pérdidas e impactos asociados	Colombia / Fondo Adaptación,	Efectos de La Niña, variabilidad climática, daños, pérdidas,	Aporta evidencia reciente sobre la afectación de la infraestructura por

Documento	País / Entidad / Año	Información analizada	Aporte al diagnóstico
al fenómeno de La Niña 2021-2023	DNP, UNGRD y PNUD / 2024	impactos humanos, infraestructura afectada y análisis interinstitucional posdesastre.	eventos climáticos extremos. Refuerza la necesidad de integrar variabilidad climática, gestión del riesgo y medidas preventivas en la planeación del corredor geotécnico.

Nota: Elaboración propia

Marcos internacionales de referencia

A continuación, se presenta una recopilación de los marcos internacionales más pertinentes para la investigación, seleccionados por su relación con la gestión del riesgo, el análisis de amenazas naturales, la planeación de infraestructura, la geotecnia vial y la sostenibilidad. Estos referentes corresponden principalmente a documentos institucionales y técnicos desarrollados en países con amplia experiencia en la planificación y gestión de corredores viales expuestos a condiciones geológicas e hidroclimáticas complejas, como Italia, Estados Unidos, Reino Unido, Australia, India y Japón, entre otros. Su análisis permite identificar buenas prácticas, criterios metodológicos y herramientas aplicables como insumo para la formulación de una guía metodológica orientada a la incorporación del corredor geotécnico en proyectos viales en Colombia.

**Sistemi di Gestione del Rishio Idrogeologico lungo la rete stradale nazionale
[Sistemas de Gestión del Riesgo Hidrogeológico a lo largo de la red vial nacional]**

Documento italiano que constituye un referente internacional pertinente para la investigación, ya que aborda la gestión del riesgo hidrogeológico en infraestructura vial desde una mirada territorial, institucional y de red. En este contexto, la inestabilidad hidrogeológica se presenta como un tema estratégico para los gestores de infraestructura, en especial en corredores expuestos a deslizamientos, procesos de ladera, afectaciones por agua y eventos climáticos.

Este enfoque resulta relevante dado que refuerza la necesidad de analizar la vía más allá de la calzada o del derecho de vía. Esto implica incorporar la ladera, los cauces, la geomorfología, la amenaza hidrogeológica y la exposición de la red como componentes determinantes dentro de la planeación vial (Pittelli, 2025). El documento muestra que,

desde 2023, se ha promovido una interlocución entre el Estado y los gestores de redes de autopistas concesionadas. Esta articulación busca impulsar medidas de identificación, evaluación, gestión y mitigación del riesgo hidrogeológico, junto con un enfoque basado en riesgo aplicado a los diferentes componentes de la infraestructura vial.

Asimismo, se evidencian avances en mapeos de riesgo hidrogeológico, uso de portales cartográficos en ambiente GIS [sistema de información geográfica], procedimientos de alerta temprana, estudios de evaluación del riesgo por cambio climático y mesas técnicas entre gestores, regiones, protección civil, universidades y entidades territoriales. Estos elementos aportan al presente trabajo debido a que muestran que el corredor geotécnico debe concebirse como un instrumento técnico e institucional capaz de organizar información, reducir la fragmentación metodológica, estandarizar procesos y apoyar decisiones sobre trazado, mitigación, monitoreo, priorización y mantenimiento durante el ciclo de vida de los proyectos viales.

De esta manera, el caso italiano permite sustentar que la gestión del corredor geotécnico requiere pasar de actuaciones reactivas y localizadas hacia una cultura preventiva, coordinada y basada en datos, articulada con la gestión del riesgo, la sostenibilidad y la resiliencia de la red vial (Pittelli, 2025).

**Diretrizes Básicas para Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários:
Escopos Básicos / Instruções de Serviço [Directrices básicas para la elaboración
de estudios y proyectos viales]**

Organiza la formulación de proyectos carreteros en una estructura técnica compuesta por alcances básicos e instrucciones de servicio. El documento diferencia entre estudios de viabilidad, proyecto básico y proyecto ejecutivo, e incluye componentes como trazado, geología, geotecnia, hidrología, topografía, drenaje, terraplenes, estabilización de taludes, operación vial y componente ambiental.

Su aporte al corredor geotécnico está en mostrar que la planeación vial necesita claridad desde el inicio: qué estudios se requieren, qué productos deben entregarse y cómo se relaciona la información técnica con la selección de alternativas, los costos y la programación. La experiencia brasileña permite reconocer que un corredor vial no se define únicamente por criterios geométricos o constructivos. Requiere una lectura integral del territorio, donde las condiciones físicas, ambientales y operacionales influyen en la viabilidad del proyecto. Desde esta perspectiva, el corredor geotécnico puede actuar

como un elemento articulador entre caracterización del terreno, gestión del riesgo, sostenibilidad, alcance, costo y cronograma (DNIT, 2006).

Linee guida per la classificazione e gestione del rischio, la valutazione della sicurezza ed il monitoraggio dei ponti esistenti [Lineamientos para la clasificación y gestión del riesgo, la evaluación de la seguridad y el monitoreo de los puentes existentes]

Partiendo de que estos lineamientos italianos se concentran en puentes y viaductos existentes, su enfoque resulta útil para el corredor geotécnico porque amplía la evaluación de la infraestructura hacia el entorno donde se ubica. El documento propone una metodología progresiva que incluye censos, inspecciones visuales, clasificación del riesgo, verificación de seguridad, vigilancia y monitoreo. Lo interesante es que no analiza el activo de forma aislada, pues relaciona su condición estructural con factores geomorfológicos, hidráulicos y con amenazas por deslizamientos presentes en el área de influencia (Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, 2020).

Entre sus elementos más valiosos están el enfoque multinivel, la clasificación por clases de atención, la priorización de intervenciones y el uso de parámetros de peligrosidad, vulnerabilidad y exposición. También incorpora fichas específicas para riesgo por deslizamientos e hidráulico, lo cual ofrece una referencia práctica para ordenar información y comparar condiciones entre sitios.

Este tipo de metodología ayuda a pensar el corredor geotécnico como un instrumento de conocimiento progresivo del riesgo. La información puede iniciar con inventarios generales, pero debe avanzar hacia análisis más detallados cuando se identifiquen condiciones críticas que puedan afectar la seguridad, la operación o la continuidad del corredor vial. Esto refuerza la importancia de integrar sistemas de información, inspección técnica, monitoreo y priorización de estudios dentro de la planeación vial (Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, 2020).

CD 622 Managing Geotechnical Risk [CD 622 Gestión del Riesgo Geotécnico]

Desarrolla un enfoque de gestión geotécnica orientado a identificar, controlar y dejar trazabilidad de los riesgos asociados a las condiciones del terreno durante el ciclo de vida de los proyectos viales. Su punto de partida es claro: las condiciones geológicas y

geotécnicas suelen estar marcadas por incertidumbre, por lo que los riesgos derivados del terreno deben gestionarse de forma proactiva, con el fin de evitarlos o reducir sus efectos a niveles aceptables.

Este planteamiento aporta de manera directa al análisis del corredor geotécnico, ya que permite entenderlo como un instrumento para anticipar restricciones del territorio, disminuir la incertidumbre técnica y prevenir impactos sobre el alcance, el costo, el cronograma, la construcción, la operación y la gestión posterior de la infraestructura vial. Bajo esta mirada, el corredor geotécnico va más allá de la caracterización física del terreno. Se convierte en una herramienta de gestión temprana del riesgo, útil para apoyar la toma de decisiones durante la planeación, el diseño, la contratación y el mantenimiento del proyecto (National Highways et al., 2025).

El aporte más sólido del documento está en la formalización de procedimientos, responsables y productos técnicos para administrar el riesgo geotécnico. La guía exige definir categorías geotécnicas desde etapas iniciales, justificar sus modificaciones a medida que el proyecto avanza, certificar los diseños, someter las actividades de mayor complejidad a revisión independiente y documentar la gestión mediante registros, informes de investigación del terreno, informes de diseño geotécnico e informes de retroalimentación posteriores a la construcción (National Highways et al., 2025).

Managing Geotechnical Risk, DN-ERW-03083[Gestión del Riesgo Geotécnico, DN-ERW-03083]

El estándar irlandés organiza la gestión del riesgo asociado al terreno como un proceso continuo, que inicia desde la identificación del proyecto y se actualiza durante las fases de planeación, diseño, construcción y cierre. Su principal aporte al corredor geotécnico está en la exigencia de mantener un registro vivo de riesgos del terreno. En este registro se documentan amenazas previsibles, consecuencias, nivel de riesgo, responsables, medidas de mitigación y riesgo residual (Transport Infrastructure Ireland [TII], 2024).

Esta lógica encaja muy bien con el corredor geotécnico, puesto que permite relacionar la caracterización geológica, geotécnica, geomorfológica, hidrogeológica y geoambiental con decisiones concretas sobre trazado, investigaciones requeridas, restricciones del terreno, sostenibilidad, costos, programación y responsabilidades técnicas. El documento propone una secuencia de productos progresivos: declaración de intención, informe preliminar de fuentes, alcance de investigación del terreno, informe de investigación,

informe de diseño geotécnico y retroalimentación geotécnica. Con ello, el corredor geotécnico puede entenderse como un sistema documentado, revisable y auditable, que se actualiza a medida que aumenta el conocimiento del territorio (TII, 2024).

Guide to Road Design Part 2: Design Considerations [Guía para el diseño vial, Parte 2: Consideraciones de diseño]

La guía de diseño vial de Austroads plantea que el diseño de carreteras no debe reducirse al cumplimiento de parámetros geométricos. Su enfoque propone leer el corredor desde su contexto físico, funcional, ambiental, social, económico y de seguridad. Esta visión resulta útil para el corredor geotécnico al considerar que reconoce que el trazado, la sección transversal, los movimientos de tierra, la estabilidad de taludes, el drenaje, las condiciones del subsuelo, los costos de construcción y los costos de ciclo de vida hacen parte de una misma decisión de planeación (Austroads, 2019).

El mayor valor del documento para el análisis del corredor geotécnico está en su aproximación al diseño sensible al contexto y al dominio de diseño. A través de estos enfoques, se promueve la selección justificada de parámetros técnicos tomando como referencia restricciones, beneficios, costos, seguridad y desempeño esperado. Esta lógica resulta útil para Colombia, donde muchos proyectos viales atraviesan territorios montañosos, inestables, ambientalmente sensibles o con alta exposición hidrometeorológica.

GG 951 General Requirements for Geomatical Surveys [Requisitos generales para estudios geomáticos]

El documento GG 951 ubica los levantamientos geomáticos como una base técnica para la planeación y el desarrollo de proyectos viales. Su principal aporte está en reconocer que las decisiones de diseño dependen de información espacial confiable, precisa, verificable y compatible con los sistemas de referencia utilizados por las entidades responsables de la infraestructura (Highways England et al., 2021).

En el corredor geotécnico, esta exigencia se traduce en una caracterización territorial apoyada en datos espaciales técnicamente controlados. Esa información permite identificar zonas de amenaza, pendientes, cauces, laderas, estructuras existentes, restricciones prediales y elementos críticos del entorno vial. Igualmente ayuda a integrar cartografía, modelos digitales del terreno, ortofotografías, inventarios de activos,

drenajes, taludes y antecedentes de inestabilidad. Con esta base, el corredor geotécnico puede funcionar como una plataforma de integración espacial que reduzca incertidumbre, mejore la interoperabilidad entre disciplinas y sustente decisiones sobre alcance, costos, cronograma, riesgos y sostenibilidad (Highways England et al., 2021).

Green Roads for Water: Guidelines for Road Infrastructure in Support of Water Management and Climate Resilience [Carreteras verdes para el agua: Lineamientos para la infraestructura vial en apoyo a la gestión hídrica y la resiliencia climática]

La guía del Banco Mundial propone cambiar la forma tradicional de entender la relación entre carretera y agua. En lugar de ver el agua únicamente como una amenaza para la infraestructura, plantea que las vías pueden diseñarse y gestionarse para reducir daños, ordenar escorrentías, controlar procesos de erosión, mejorar la infiltración, proteger el paisaje y aportar a la resiliencia climática (World Bank, 2021).

El documento ofrece criterios aplicables a territorios montañosos, llanuras inundables, zonas costeras, áreas semiáridas y caminos rurales no pavimentados. Esto permite entender que la gestión del agua debe adaptarse a las condiciones físicas y sociales de cada corredor.

En el caso nacional, esta lectura es relevante, al tener en cuenta que muchos proyectos viales atraviesan zonas de alta pendiente, lluvias intensas, drenajes torrenciales, suelos erosionables y laderas inestables. En estos contextos, una decisión deficiente sobre alcantarillas, cunetas, cortes, rellenos o disposición de materiales puede aumentar la amenaza por movimientos en masa. Por ello, el corredor geotécnico debería ir más allá del mapeo de zonas críticas y funcionar como una herramienta para orientar alternativas de trazado, medidas de drenaje, manejo de escorrentía, protección de taludes, revegetalización, reutilización de materiales, participación comunitaria y coordinación entre los sectores de transporte, ambiente, agua y gestión del riesgo. Así, la planeación vial puede avanzar hacia una integración más clara entre infraestructura, territorio, agua y resiliencia climática (World Bank, 2021).

Geotechnical Asset Management Plan: Technical Report [Plan de gestión de activos geotécnicos: Informe Técnico]

Organiza los elementos del terreno asociados a la infraestructura vial como activos que deben ser inventariados, evaluados, priorizados y gestionados durante su vida útil. Dentro de estos activos incluye taludes en roca y suelo, terraplenes, muros de contención y fuentes de materiales. El documento reconoce que el desempeño de estos componentes influye directamente en la seguridad, la movilidad, la estabilidad de pavimentos y puentes, los costos de mantenimiento y la continuidad del servicio. Así, cada zona crítica puede ser localizada, caracterizada, calificada según su condición y nivel de riesgo, y relacionada con decisiones de intervención, mantenimiento o monitoreo (Alaska Department of Transportation and Public Facilities [Alaska DOT&PF], 2017).

Su valor metodológico está en integrar inventario de activos, evaluación de condición, modelación de desempeño, análisis de alternativas, optimización de inversiones, seguimiento de resultados y retroalimentación para la mejora continua. Este enfoque resulta útil debido a que el corredor geotécnico puede proyectarse más allá de la etapa de estudios y diseños, hasta convertirse en una base de conocimiento acumulativa sobre laderas, cortes, rellenos, drenajes, procesos de inestabilidad, fuentes de materiales y estructuras de contención. De esta manera, puede apoyar la priorización de inversiones según el nivel de riesgo, la estimación de costos de ciclo de vida, la identificación anticipada de necesidades de mantenimiento, la reducción de cierres viales y una mejor toma de decisiones sobre alcance, cronograma, presupuesto y resiliencia de la red vial (Alaska DOT&PF, 2017).

Highway Slope Manual [Manual de Taludes Viales]

El Manual de taludes viales desarrolla una visión integral de la ingeniería de taludes aplicada a carreteras, al relacionar la planeación, la investigación del sitio, el diseño, la construcción, el mantenimiento y la respuesta ante emergencias. Su aporte al corredor geotécnico es fuerte, puesto que reconoce que los taludes artificiales, los rellenos, los muros de contención, las obras sobre terreno natural y las amenazas de ladera pueden afectar de forma directa la seguridad y la continuidad de una vía (Geotechnical Engineering Office [GEO], 2017).

El manual muestra que la gestión de taludes debe abordarse desde las primeras fases de planeación. En estas etapas se definen alternativas de trazado, se reconocen amenazas geotécnicas importantes y se valoran sus posibles efectos sobre el alcance, la

adquisición predial, los costos, los tiempos de investigación, el diseño, la construcción, el mantenimiento y las medidas de mitigación (GEO, 2017).

Del mismo modo aporta una estructura institucional y operativa útil para fortalecer el corredor geotécnico como sistema de gestión, y no únicamente como diagnóstico técnico. Plantea que los propietarios o responsables de las vías deben contar con sistemas de gestión de taludes acordes con el número de activos y el nivel de riesgo, integrando inventarios, planos de localización, registros históricos de deslizamientos, información sobre drenajes y servicios, programas de mantenimiento, mejoramiento preventivo, inspecciones técnicas, recursos para obras urgentes y procedimientos de atención de emergencias.

Guidelines for the Alignment Survey and Geometric Design of Hill Roads
[Lineamientos para el trazado y diseño geométrico de carreteras de montaña]

Las directrices para el levantamiento del alineamiento y el diseño geométrico de vías en zonas montañosas establecen una relación clara entre la selección del trazado, las condiciones del terreno y la seguridad vial. El documento reconoce que las carreteras en regiones de montaña están expuestas a lluvias torrenciales, inundaciones, deslizamientos y avalanchas, fenómenos que pueden generar cierres recurrentes y afectar la continuidad de la red.

Su principal aporte está en ampliar los criterios para definir el alineamiento vial. Para ello, integra variables topográficas, geológicas, hidráulicas, geotécnicas, ambientales, sociales y operacionales que condicionan la viabilidad del corredor. Además, plantea una secuencia progresiva de reconocimiento, verificación de campo, levantamiento preliminar, comparación de rutas, definición del eje final y diseño geométrico (Indian Roads Congress [IRC], 2019).

En particular, plantea que la selección del eje debe considerar el menor impacto sobre la estabilidad de las laderas, el equilibrio entre cortes y rellenos, la eficiencia del drenaje, la necesidad de obras de protección, la reducción de movimientos de tierra, la seguridad de los usuarios y los costos de construcción, operación y mantenimiento (IRC, 2019).

En zonas andinas, tropicales y de alta pendiente, una decisión temprana sobre radios de curva, pendientes, anchos, ubicación de cortes, drenajes o curvas cerradas puede aumentar o reducir la probabilidad de inestabilidad. Por ello, el corredor geotécnico

puede asumir una función técnica de apoyo a la selección de alternativas, permitiendo que las decisiones de trazado se fundamenten en la estabilidad del terreno, la funcionalidad del drenaje, la sostenibilidad ambiental y la viabilidad integral del proyecto vial.

Geohazards, Extreme Weather Events, and Climate Change Resilience Manual [Manual de amenazas geológicas, eventos meteorológicos extremos y resiliencia climática]

El manual de la Administración Federal de Carreteras de Estados Unidos amplía el análisis geotécnico vial al relacionar las amenazas geológicas y geotécnicas con eventos climáticos extremos y escenarios de cambio climático. El documento identifica procesos como deslizamientos, caída de rocas, licuación, subsidencia, erosión, flujos de detritos, suelos expansivos, socavación, erosión costera y afectaciones por permafrost, señalando que estos fenómenos pueden comprometer activos de transporte, generar pérdidas económicas, cierres viales y riesgos para la vida. Esta mirada permite fortalecer el corredor geotécnico como un instrumento de planeación anticipada que integre amenaza, exposición, vulnerabilidad, capacidad de adaptación y continuidad del servicio vial (Federal Highway Administration [FHWA], 2023).

El documento aporta una estructura de gestión aplicable al ciclo de vida de la infraestructura, al proponer programas de manejo de amenazas que incluyan identificación y caracterización de procesos, evaluación de frecuencia e intensidad, análisis de vulnerabilidad del sistema, evaluación de activos individuales, estrategias de adaptación, gestión de activos geotécnicos, medición del desempeño y comunicación del riesgo a tomadores de decisión y ciudadanía. Con este planteamiento, el corredor geotécnico puede asumir una función más estratégica, al pasar de la delimitación de zonas críticas hacia el apoyo en la priorización de estudios, la selección de alternativas, la formulación de acciones para reducir los impactos y ajustarse a las condiciones del territorio y adaptación, el monitoreo de activos geotécnicos y la construcción de infraestructura vial resiliente frente a escenarios climáticos cambiantes. (FHWA, 2023).

La relevancia de la gestión del activo geotécnico. El riesgo geológico en infraestructuras de movilidad terrestre

Plantea una transición clave para el análisis del corredor geotécnico: pasar de una conservación reactiva, centrada en atender fallas después de ocurrido el evento, hacia

una gestión proactiva basada en inventario, inspección, evaluación, priorización y seguimiento de los activos geotécnicos. El texto señala que los taludes, desmontes y terraplenes han sido históricamente tratados como elementos secundarios frente a otros componentes más visibles de la infraestructura vial, a pesar de que sus fallas pueden generar disminución de la seguridad vial, pérdida de nivel de servicio, cierres, costos de emergencia y afectación reputacional para las administraciones responsables (Álvarez Álvarez, 2025).

El caso de la red de carreteras de la Generalitat de Catalunya ofrece una referencia metodológica útil, al estructurar la gestión de activos geotécnicos mediante un modelo multicriterio que considera características geométricas, condiciones geotécnicas, interferencia con el trazado vial, operación de la red, clima, sismicidad, presencia de agua e historial de eventos. La metodología reduce la dependencia exclusiva del juicio experto y plantea un análisis más integral, basado en la combinación de factores como el alcance de la infraestructura, la ocurrencia del deslizamiento, la magnitud, las consecuencias, las condiciones ambientales y el historial de incidencias, a partir de los cuales se construyen índices de estado y contingencia para orientar inspecciones, estudios, proyectos y medidas de estabilización (Álvarez Álvarez, 2025).

Landslide Hazard Rating System Procedure [Procedimiento del sistema de calificación de amenaza por deslizamientos]

El procedimiento de la Agencia de Transporte de Nueva Zelanda estructura la evaluación de deslizamientos en la red vial estatal mediante un sistema semicuantitativo de calificación que permite clasificar los sitios en niveles bajo, moderado, alto y extremo. Su principal contribución radica en convertir la observación de campo en criterios comparables para priorizar la gestión del riesgo, considerando variables como longitud del deslizamiento, volumen potencial de material que afectaría la vía, condiciones de drenaje, evidencia de inestabilidad, velocidad o historial del movimiento, precipitación media anual, ancho y longitud del daño esperado sobre la carretera, riesgo para los vehículos, distancia de visibilidad y ancho de calzada. Esta estructura fortalece el corredor geotécnico al llevarlo más allá de la simple identificación de zonas con amenaza, orientándolo hacia una valoración sistemática de la severidad, la recurrencia, la exposición y la posible afectación operacional del corredor vial (NZ Transport Agency Waka Kotahi [NZTA], 2025).

El documento aporta una lógica práctica para la toma de decisiones tempranas, porque diferencia los sitios que no requieren intervención inmediata, aquellos que deben mantenerse en monitoreo, los que necesitan inspección detallada por especialistas y los que probablemente demandan obras de mitigación en el corto plazo. Desde esta perspectiva, el corredor geotécnico puede incorporar una matriz de calificación similar, adaptada a las condiciones andinas, tropicales, sísmicas e hidrometeorológicas del país, con el fin de articular inventario, inspección, monitoreo, priorización presupuestal, seguridad vial y continuidad del servicio en corredores expuestos a deslizamientos (NZTA, 2025).

Engineering Guidelines on Landslide Mitigation Measures for Indian Roads
[Lineamientos de ingeniería para la mitigación de deslizamientos en carreteras de la India]

La guía del Congreso de Carreteras de India aborda la gestión de deslizamientos mediante una secuencia técnica completa: identificación del fenómeno, lectura geomorfológica, clasificación del movimiento, inventario, cartografía de susceptibilidad, amenaza y riesgo, investigación científica, monitoreo, alerta temprana y medidas de prevención o remediación (IRC, 2015).

Además, aporta una estructura metodológica útil para diferenciar niveles de análisis según la escala y la fase del proyecto, desde cartografía regional para planeación hasta estudios detallados para diseño y estabilización de sitios específicos. La distinción entre inventario de deslizamientos, mapas de susceptibilidad, mapas de amenaza y mapas de riesgo resulta relevante para Colombia, dado que permite ordenar la información del corredor geotécnico según su función: reconocer zonas potencialmente inestables, estimar probabilidad de falla, valorar vulnerabilidad de la infraestructura y priorizar intervenciones. La guía resalta que la reducción del riesgo requiere una gestión integral, en la que las obras correctivas se complementen con buenas prácticas de planeación, diseño y construcción, así como con instrumentación, monitoreo, pronóstico y sistemas de alerta temprana (IRC, 2015).

Guidance Document on the Use of Nature Based Solutions for Landslide Risk Reduction
[Documento guía sobre el uso de soluciones basadas en la naturaleza para la reducción del riesgo de deslizamientos]

Fortalece el análisis del corredor geotécnico, al proponer alternativas de estabilización donde las obras grises se complementan con procesos geotécnicos, hidrológicos, ecológicos y territoriales. El documento plantea que la reducción del riesgo en laderas requiere comprender las condiciones del sitio, el tipo de movimiento, la pendiente, el régimen de lluvias, el drenaje superficial y subsuperficial, las propiedades del suelo, la cobertura vegetal y la interacción entre raíces, humedad y estabilidad (National Building Research Organisation [NBRO], 2019).

El documento aporta una lectura útil para proyectos viales en territorios montañosos y ambientalmente sensibles, donde las intervenciones convencionales de contención, corte o drenaje pueden generar impactos paisajísticos, ecológicos y económicos significativos. La guía enfatiza que las soluciones basadas en la naturaleza deben seleccionarse con criterios técnicos, no como medidas ornamentales, considerando estabilidad del talud, profundidad de falla, disponibilidad de suelo, especies vegetales apropiadas, mantenimiento, monitoreo y combinación con soluciones estructurales cuando el nivel de amenaza lo exija (NBRO, 2019).

Guía para la gestión de procesos frente a la erosión costera. Guía para tomadores de decisiones

Aporta una lógica metodológica que puede transferirse al corredor geotécnico, dado que ofrece criterios útiles para analizar amenazas, definir medidas de gestión y orientar la toma de decisiones, aun cuando su enfoque principal esté dirigido a la erosión costera. El documento no se limita a explicar el fenómeno físico, al proponer un proceso ordenado que orienta la toma de decisiones desde la identificación del problema hasta la implementación, financiación, permisos, seguimiento y mantenimiento de las medidas adoptadas. En proyectos viales, esta lógica permitiría transformar la información geológica, geomorfológica, geotécnica, hidrológica, ambiental y de riesgos en un soporte para la toma de decisiones, articulando el diagnóstico técnico con la selección de alternativas de trazado, la priorización de estudios, la definición de medidas de manejo, la estimación de costos, la asignación de responsabilidades institucionales y el seguimiento durante el proyecto (Banco Mundial, 2024).

El documento fortalece la dimensión institucional del corredor geotécnico, al evidenciar que la gestión de procesos territoriales de riesgo requiere coordinación entre entidades nacionales, autoridades locales, instrumentos de ordenamiento, sistemas de gestión del

riesgo, actores comunitarios, fuentes de financiación y criterios técnicos para comparar alternativas. La guía evidencia que no existe una solución única aplicable a todos los contextos; por ello, la selección de medidas debe responder a las causas del problema, los elementos expuestos, la función del territorio, la aceptación social, la viabilidad técnica y económica, y las necesidades de mantenimiento posterior. (Banco Mundial, 2024).

Lessons Learnt from Japan and Latin America and Caribbean Countries in Management of Hazard Resilient Infrastructure [Lecciones aprendidas de Japón y América Latina y el Caribe en la gestión de infraestructura resiliente frente a amenazas]

El estudio conjunto del Banco Interamericano de Desarrollo y la Agencia de Cooperación Internacional del Japón aporta una lectura estratégica sobre la relación entre gestión del riesgo e infraestructura resiliente, de manera particular para países de América Latina y el Caribe. El documento señala que los daños en infraestructura responden tanto a la magnitud de los eventos naturales como a la vulnerabilidad física, institucional y técnica presente en la planificación, el diseño, la construcción y el mantenimiento de los proyectos (Inter-American Development Bank [IDB], 2017).

El documento destaca aprendizajes de Japón aplicables al ciclo de vida de la infraestructura: evaluación previa del riesgo, actualización de códigos y estándares, reforzamiento de infraestructura crítica, uso multifuncional de obras públicas, incorporación de medidas de reducción del riesgo en la inversión pública y mantenimiento adecuado como condición de resiliencia. Bajo esta mirada, el corredor geotécnico debería apoyar la identificación de infraestructura crítica, la evaluación de vulnerabilidad, la selección de alternativas menos expuestas, la adecuación de acciones de mitigación, la asignación de responsabilidades institucionales y la justificación de inversiones preventivas a pesar de que puedan incrementar costos iniciales, reducen pérdidas, cierres, reconstrucciones y afectaciones sociales en el largo plazo (IDB, 2017).

Road Geohazard Risk Management Handbook [Manual de gestión del riesgo por amenazas geológicas en carreteras]

El manual del Banco Mundial organiza la gestión del riesgo por geoamenazas viales como un proceso de ciclo de vida. Articula capacidad institucional, planificación del sistema, ingeniería y diseño, operación, mantenimiento y programación de contingencias.

Se enfoca en ampliar la lectura de amenazas geológicas, geomorfológicas y climáticas, reconociendo que pueden afectar la localización de nuevas vías, la realineación de corredores existentes, los costos de construcción y mantenimiento, la seguridad de los usuarios y las pérdidas por interrupción del tráfico (World Bank, 2019b).

El documento propone herramientas aplicables a la toma de decisiones: evaluación de riesgos, análisis de alternativas, análisis costo-beneficio, costos de ciclo de vida, análisis multicriterio, gestión de activos, monitoreo, alerta temprana, cierres preventivos, respuesta a emergencias y recuperación posdesastre. Este enfoque permite proyectar el corredor geotécnico como una herramienta para identificar zonas críticas y orientar trazado, estudios, medidas estructurales y no estructurales, responsabilidades, financiamiento, mantenimiento y gestión de información. Con esta lógica, el corredor puede pasar de una descripción del terreno a un sistema de gestión del riesgo vial que reduzca incertidumbre y justifique inversiones preventivas (World Bank, 2019b).

Road Geohazard Risk Management: Japan Case Study [Gestión del riesgo de amenazas geológicas en carreteras: Estudio de caso de Japón]

El estudio de caso de Japón muestra que la gestión de geoamenazas viales debe superar el límite físico del derecho de vía y considerar el comportamiento de las laderas, cuencas, drenajes y zonas de aporte que pueden afectar la carretera desde áreas externas al corredor construido. La experiencia japonesa evidencia que eventos críticos, como el accidente del río Hida en 1968, llevaron a modificar la gestión vial mediante inspecciones nacionales, inventarios de sitios susceptibles, priorización de puntos críticos y establecimiento de cierres preventivos durante condiciones de alta amenaza (World Bank, 2020).

Como complemento, el documento aporta una estructura institucional robusta para convertir el diagnóstico técnico en decisiones de gestión: leyes, estándares, manuales, programas de inspección, criterios para intervenciones estructurales, medidas no estructurales, sistemas de información, señalización, alerta temprana, coordinación entre niveles de gobierno y mecanismos de financiación para recuperación y prevención. En esa dirección, el caso japonés permite sustentar que el corredor geotécnico debe articular información técnica, responsabilidad institucional, criterios de cierre preventivo, análisis de vulnerabilidad, planificación de inversiones y medidas de continuidad

operativa, especialmente en corredores expuestos a lluvias intensas, deslizamientos, caída de rocas, erosión e interrupciones recurrentes del servicio vial (World Bank, 2020).

New Zealand Country Amendment: NSW RMS Guide to Slope Risk Analysis
[Enmienda nacional de Nueva Zelanda: Guía NSW RMS para el análisis del riesgo de taludes]

La enmienda nacional de Nueva Zelanda al método de análisis de riesgo de taludes muestra cómo una guía técnica desarrollada en otro contexto puede adoptarse con ajustes institucionales, operacionales y territoriales. Este punto es clave para la investigación, porque recuerda que las metodologías internacionales no deben trasladarse de forma automática a Colombia. Deben adaptarse a las condiciones locales de amenaza, probabilidad, consecuencia, velocidad de operación, exposición de usuarios y características geotécnicas (Waka Kotahi NZ Transport Agency, 2023).

El documento establece que solo personas acreditadas pueden aplicar el procedimiento, define ajustes para carreteras neozelandesas, excluye secciones no adoptadas, modifica distancias de detención, exige reportes estandarizados e incorpora la información dentro del sistema institucional de geoamenazas. Además, sus formatos de registro obligan a documentar localización, coordenadas, características del talud, geometría, material, mecanismos de falla, probabilidad, vulnerabilidad, consecuencias, nivel de riesgo, elementos expuestos, medidas existentes, necesidad de investigación adicional, monitoreo e intervalos de inspección. Esta estructura puede servir como base para fichas o matrices del corredor geotécnico, donde cada tramo crítico sea identificado, caracterizado, calificado y priorizado de forma comparable (Waka Kotahi NZ Transport Agency, 2023).

Unstable Slope Management Program for Federal Land Management Agencies
[Programa de gestión de taludes inestables para agencias federales de administración de tierras]

El programa de gestión de taludes inestables desarrollado para agencias federales de administración de tierras en Estados Unidos aporta una base operativa para convertir taludes, laderas, cortes, rellenos y zonas con inestabilidad en activos geotécnicos inventariables, evaluables y priorizables. Su aporte al corredor geotécnico está en la transición desde una atención reactiva de fallas hacia una gestión preventiva basada en inventarios de campo, evaluación de condición, clasificación de riesgo, registro de

eventos, seguimiento de mantenimiento, análisis de desempeño y toma de decisiones con criterios de costo-beneficio. (FHWA, 2019).

El documento ofrece instrumentos prácticos, como formularios estandarizados, aplicaciones móviles para recolección rápida de datos, bases de datos con visualización geográfica, indicadores de desempeño, registro de eventos geotécnicos, seguimiento de mantenimiento y análisis cuantitativo del riesgo. Esta lógica puede aplicarse a corredores colombianos expuestos a deslizamientos, caída de rocas, flujos de detritos, reptación y asentamientos, articulando diagnóstico territorial, mantenimiento preventivo, priorización presupuestal, gestión de activos y reducción progresiva del riesgo (FHWA, 2019).

Metodología complementaria para la evaluación de riesgo de desastres en proyectos de infraestructura pública

La metodología chilena incorpora el análisis del riesgo desde la fase de preinversión, momento en el que aún es posible incidir sobre la localización, el diseño, la selección de alternativas y la estimación de costos del proyecto. Su estructura metodológica se desarrolla en cuatro etapas: análisis de amenazas, cuantificación del índice de riesgo de desastres, identificación de medidas de gestión y selección de la alternativa más conveniente (Ministerio de Desarrollo Social y Familia [MDSF], 2024).

En el plano metodológico, el documento ofrece una forma concreta de convertir el riesgo en un criterio de comparación entre alternativas de inversión pública. La estimación del índice de riesgo de desastres, basada en la interacción entre exposición, vulnerabilidad y resiliencia, permite determinar cuándo una alternativa supera un umbral tolerable y, por tanto, requiere medidas de mitigación, adaptación o contingencia. Esta temática puede enriquecer el corredor geotécnico al permitir evaluar si una alternativa de trazado, una obra de estabilización, una solución de drenaje, una relocalización o una medida de manejo reduce efectivamente el riesgo y mejora la resiliencia del proyecto vial. De esta manera, el corredor geotécnico puede pasar de ser un diagnóstico descriptivo del terreno a consolidarse como un instrumento de decisión que articule amenaza por movimientos en masa, exposición de la infraestructura, vulnerabilidad física y funcional, continuidad del servicio, costos de mitigación y selección justificada de alternativas (MDSF, 2024).

Tabla 3.

Matriz de revisión documental Internacional

Documento	País / Entidad / Año	Información analizada	Aporte al diagnóstico
1. Sistemi di Gestione del Rischio Idrogeologico lungo la rete stradale nazionale	Italia / ANSFISA / 2025	Gestión del riesgo hidrogeológico en redes viales nacionales, amenazas por inestabilidad, afectación de corredores, organización institucional y enfoque de gestión por red.	Aporta un referente para entender el corredor geotécnico como instrumento de identificación temprana de amenazas hidrogeológicas y geomorfológicas a escala de red vial, y no solamente como estudio puntual de un tramo.
2. Diretrizes Básicas para Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários: Escopos Básicos / Instruções de Serviço	Brasil / DNIT / 2006	Lineamientos básicos e instrucciones de servicio para estudios y proyectos viales: trazado, geología, geotecnia, hidrología, drenaje, ambiente, costos y fases de diseño.	Permite comparar cómo un país latinoamericano estructura estudios técnicos obligatorios desde fases tempranas. Refuerza la necesidad de que el corredor geotécnico defina alcances mínimos de información para la planeación vial en Colombia.
3. Linee Guida per la classificazione e gestione del rischio, la valutazione della sicurezza ed il monitoraggio dei ponti esistenti	Italia / Ministero de Infraestructura y Transporte / 2020	Clasificación, evaluación de seguridad, monitoreo y gestión del riesgo en puentes existentes, considerando exposición, vulnerabilidad, amenazas hidráulicas, sísmicas y de deslizamientos.	Aporta un modelo de clasificación multinivel del riesgo y monitoreo de activos críticos. Pese a que se centra en puentes, su lógica es útil para valorar infraestructura vial expuesta dentro de corredores geotécnicos.
4. CD 622 Managing Geotechnical Risk	Reino Unido / DMRB / 2025	Gestión formal del riesgo geotécnico, categorías geotécnicas, reportes, aprobación técnica, responsabilidades, registro de riesgos y trazabilidad documental.	Es uno de los referentes más directos para sustentar que la gestión geotécnica debe ser un proceso formal, documentado y trazable durante el proyecto vial.
5. Managing Geotechnical Risk, DN-ERW-03083	Irlanda / Transport Infrastructure	Gestión del riesgo del terreno en proyectos de infraestructura de transporte, registro de	Refuerza la necesidad de asignar responsabilidades claras y mantener registros de riesgo desde

Documento	País / Entidad / Año	Información analizada	Aporte al diagnóstico
	Ireland / año por verificar	riesgos, roles técnicos, revisión independiente y reportes geotécnicos por fase.	etapas tempranas. Es útil para proponer gobernanza técnica del corredor geotécnico en proyectos viales colombianos.
6. Guide to Road Design Part 2: Design Considerations	Australia y Nueva Zelanda / Austroads / 2015	Consideraciones de diseño vial, diseño sensible al contexto, investigaciones geotécnicas, seguridad vial, drenaje, sostenibilidad y costos de ciclo de vida.	Aporta una visión integral entre diseño vial, condiciones del terreno, sostenibilidad y toma de decisiones. Debe usarse como antecedente conceptual, dado que el documento fue identificado como superado.
7. GG 951 General Requirements for Geomatical Surveys	Reino Unido / DMRB / 2021	Requisitos para levantamientos geomáticos, información espacial, control geodésico, precisión, calidad de datos y gestión de información territorial.	Sustenta que el corredor geotécnico requiere datos espaciales confiables, trazables y normalizados para integrar información geológica, topográfica, geomorfológica, ambiental y de riesgos.
8. Green Roads for Water: Guidelines for Road Infrastructure in Support of Water Management and Climate Resilience	Banco Mundial / 2021	Relación entre infraestructura vial, gestión del agua, resiliencia climática, drenaje, erosión, inundaciones, paisaje y soluciones adaptativas.	Amplía el diagnóstico hacia la gestión hídrica y climática del corredor. Permite argumentar que la planeación vial debe considerar el agua como amenaza y como oportunidad de resiliencia territorial.
9. Geotechnical Asset Management Plan: Technical Report	Estados Unidos / Alaska DOT&PF-FHWA / 2017	Gestión de activos geotécnicos, inventario de taludes, terraplenes, muros, fuentes de materiales, desempeño, riesgo, costos y ciclo de vida.	Aporta la idea de que los elementos geotécnicos son activos estratégicos de la red vial. El corredor geotécnico puede alimentar decisiones de mantenimiento, inversión, priorización y reducción de riesgo.
10. Highway Slope Manual	Hong Kong / Geotechnical	Planeación, investigación, diseño,	Refuerza la gestión de taludes como sistema

Documento	País / Entidad / Año	Información analizada	Aporte al diagnóstico
	Engineering Office-CEDD / 2017	construcción, mantenimiento, drenaje, estabilización y respuesta ante emergencias en taludes viales.	técnico e institucional. Es útil para vincular el corredor geotécnico con inspección, mantenimiento preventivo y gestión de emergencias.
11. Guidelines for the Alignment Survey and Geometric Design of Hill Roads	India / Indian Roads Congress / 2019	Levantamiento de alineamiento, reconocimiento, estudios preliminares, diseño geométrico, carreteras de montaña, drenaje, túneles y consideraciones ecológicas.	Aporta criterios para trazados en zonas montañosas comparables con Colombia. Sustenta que el alineamiento vial debe considerar desde el inicio condiciones geológicas, topográficas, hidrológicas y ambientales.
12. Geohazards, Extreme Weather Events, and Climate Change Resilience Manual	Estados Unidos / FHWA / 2023	Geoamenazas, eventos climáticos extremos, cambio climático, análisis de vulnerabilidad, adaptación, resiliencia, gestión de activos geotécnicos y comunicación del riesgo.	Es clave para incorporar la variable climática en el diagnóstico. Permite plantear que el corredor geotécnico debe integrar amenazas actuales y futuras, vulnerabilidad, adaptación y resiliencia del sistema vial.
13. La relevancia de la gestión del activo geotécnico. El riesgo geológico en infraestructuras de movilidad terrestre	España / Generalitat de Catalunya / 2025	Gestión de activos geotécnicos, inventario de taludes, evaluación multicriterio, índice de estado, índice de contingencia, historial de eventos y priorización.	Aporta un referente muy aplicable para pasar de una gestión reactiva a una gestión proactiva de taludes y activos geotécnicos. Es útil para proponer categorías e indicadores del corredor geotécnico.
14. Landslide Hazard Rating System Procedure	Nueva Zelanda / Waka Kotahi NZ Transport Agency / 2025	Sistema semicuantitativo de calificación de amenaza por deslizamientos, variables de campo, lluvia, evidencia de inestabilidad, daño esperado, visibilidad, tránsito y riesgo para usuarios.	Aporta una herramienta práctica para priorizar zonas críticas. Puede servir como base para formular criterios de clasificación de amenaza y riesgo dentro del corredor geotécnico.

Documento	País / Entidad / Año	Información analizada	Aporte al diagnóstico
15. Engineering Guidelines on Landslide Mitigation Measures for Indian Roads	India / Indian Roads Congress / 2015	Amenaza por deslizamientos, inventario, cartografía, vulnerabilidad, evaluación de riesgo, investigación, instrumentación, monitoreo, alerta temprana y mitigación.	Fortalece el diagnóstico técnico sobre movimientos en masa en carreteras. Es útil para sustentar la necesidad de integrar cartografía, investigación, monitoreo y medidas de mitigación desde la planeación.
16. Guidance Document on the Use of Nature Based Solutions for Landslide Risk Reduction	Sri Lanka / NBRO-ADPC-Banco Mundial / 2019	Soluciones basadas en la naturaleza e híbridas, bioingeniería, vegetación, estabilización de laderas, selección de especies, modelación, monitoreo y presupuesto.	Aporta la dimensión de sostenibilidad al diagnóstico, al permitir que el corredor geotécnico trascienda la identificación de amenazas y oriente alternativas de mitigación verdes, híbridas y adaptativas.
17. Guía para la gestión de procesos frente a la erosión costera. Guía para tomadores de decisiones	Colombia / Banco Mundial-PROBLUE / 2024	Gestión de procesos de erosión costera, reconocimiento del problema, respuesta inicial, definición de estrategia, análisis de alternativas, permisos, financiamiento, monitoreo y soluciones de bioingeniería.	Aporta una lógica metodológica de gobernanza, toma de decisiones y gestión territorial aplicable por analogía al corredor geotécnico.
18. Lessons Learnt from Japan and Latin America and Caribbean Countries in Management of Hazard Resilient Infrastructure	Japón, América Latina y Caribe / JICA-BID / 2017	Infraestructura resiliente, reducción de vulnerabilidad, inversión pública, daños por desastres, mantenimiento, códigos, evaluación del riesgo y lecciones comparadas Japón-LAC.	Aporta evidencia regional sobre la necesidad de evaluar riesgos antes del diseño y fortalecer la resiliencia de infraestructura. Conecta el corredor geotécnico con inversión pública y reducción de pérdidas.
19. Road Geohazard Risk Management Handbook	Banco Mundial-GFDRR / 2019	Marco integral de gestión de geoamenazas viales: capacidad institucional, planeación del sistema, ingeniería y diseño, operación,	Es un documento estructurante del diagnóstico internacional. Permite organizar el análisis del corredor geotécnico como instrumento de ciclo de vida, desde la planeación

Documento	País / Entidad / Año	Información analizada	Aporte al diagnóstico
		mantenimiento y contingencias.	hasta la recuperación posdesastre.
20. Road Geohazard Risk Management: Japan Case Study	Japón / Banco Mundial-GFDRR / 2020	Caso japonés de gestión de geoamenazas viales: institucionalidad, legislación, financiación, inspección, evaluación, alerta temprana, cierres preventivos, respuesta y recuperación.	Demuestra cómo la gestión de geoamenazas puede institucionalizarse. Sirve como referente para discutir articulación entre entidades, financiamiento, monitoreo y respuesta en Colombia.
21. New Zealand Country Amendment: NSW RMS Guide to Slope Risk Analysis	Nueva Zelanda / Waka Kotahi / 2023	Adaptación nacional de una guía de análisis de riesgo de taludes, ajustes por velocidad, tránsito, lluvia, sismicidad, reporte técnico, localización y sistema de gestión de geoamenazas.	Aporta una lección metodológica central: los modelos internacionales deben adaptarse al contexto territorial. Esto es clave para Colombia por su condición andina, tropical, sísmica e hidrometeorológica.
22. Unstable Slope Management Program for Federal Land Management Agencies	Estados Unidos / FHWA-Federal Lands Highway / 2019	Programa de gestión de taludes inestables, inventario, evaluación de condición, base de datos, GIS, indicadores de desempeño, análisis costo-beneficio y análisis cuantitativo del riesgo.	Aporta un modelo operativo para gestionar taludes como activos geotécnicos. Es útil para vincular el corredor geotécnico con inventario, seguimiento, priorización de inversiones y desempeño de la red.
23. Metodología complementaria para la evaluación de riesgo de desastres en proyectos de infraestructura pública	Chile / Ministerio de Desarrollo Social y Familia-Sistema Nacional de Inversiones / 2024	Evaluación del riesgo de desastres en preinversión, análisis de amenazas, exposición, vulnerabilidad, resiliencia, Índice de Riesgo de Desastres, medidas de gestión y selección de alternativas.	Aporta un referente latinoamericano muy relevante para integrar riesgo en la formulación y evaluación de proyectos. Refuerza que el corredor geotécnico puede funcionar como instrumento de decisión temprana en la preinversión vial.

Nota: Elaboración propia

Análisis Bibliométrico

Como primer paso, se realizó el análisis de la producción científica sobre el corredor geotécnico con el gestor bibliográfico Scopus en el periodo comprendido entre el 2021 y

2025, permitiendo identificar y medir como se ha desarrollado el conocimiento sobre el tema. La búsqueda se realizó bajo los siguientes criterios:

Tipo de búsqueda: keywords.

Palabras clave utilizadas: “geotechnical corridor”.

Periodo de publicación: 2021 – 2025.

Idioma: preferiblemente inglés.

La búsqueda anterior identificó trece documentos, de los cuáles siete son artículos y seis son ponencias de conferencias. Los datos encontrados en Scopus, son de total relevancia ya que permite examinar la evolución reciente de la producción científica relacionada con el tema. La tabla 4 muestra los documentos por año donde se puede observar que la producción científica es reducida, presentándose una mayor publicación de documentos en 2022 y 2025, con 4 publicaciones en cada año. Llama la atención que en el 2023 no se registraron publicaciones. Por lo tanto, no se tiene una tendencia lineal de crecimiento sostenido en cuanto a la producción investigativa, sin embargo, si se observa un repunte reciente en 2024 y 2025.

Tabla 4.

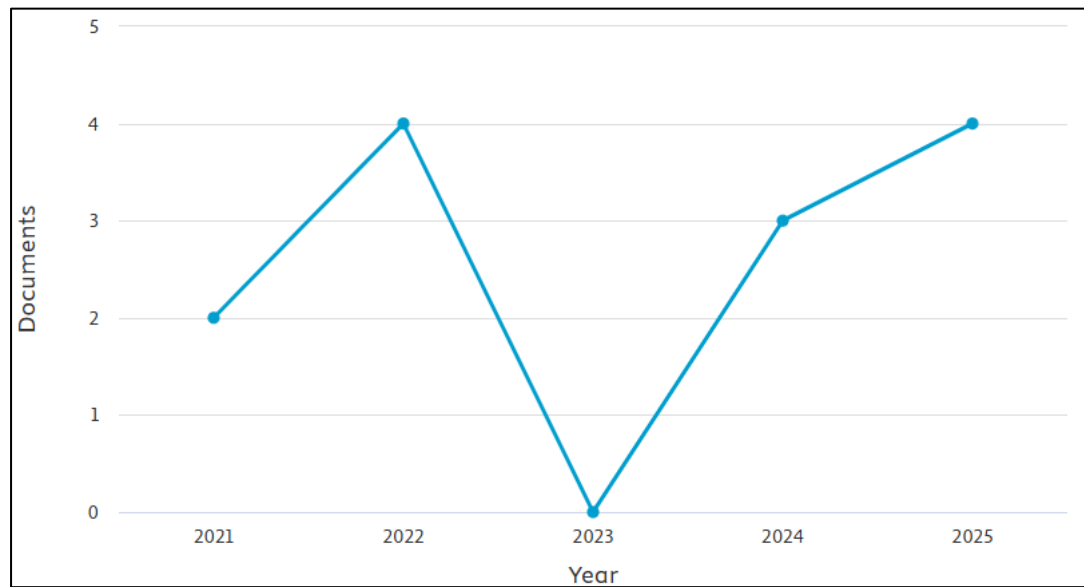
Número de Publicaciones por año

Año	No. de Publicaciones
2025	4
2024	3
2023	0
2022	4
2021	2
TOTAL	13

Nota: Procesamiento propio con base en la consulta realizada en Scopus para los años 2021 a 2025.

Figura 1.

Número de publicaciones por año

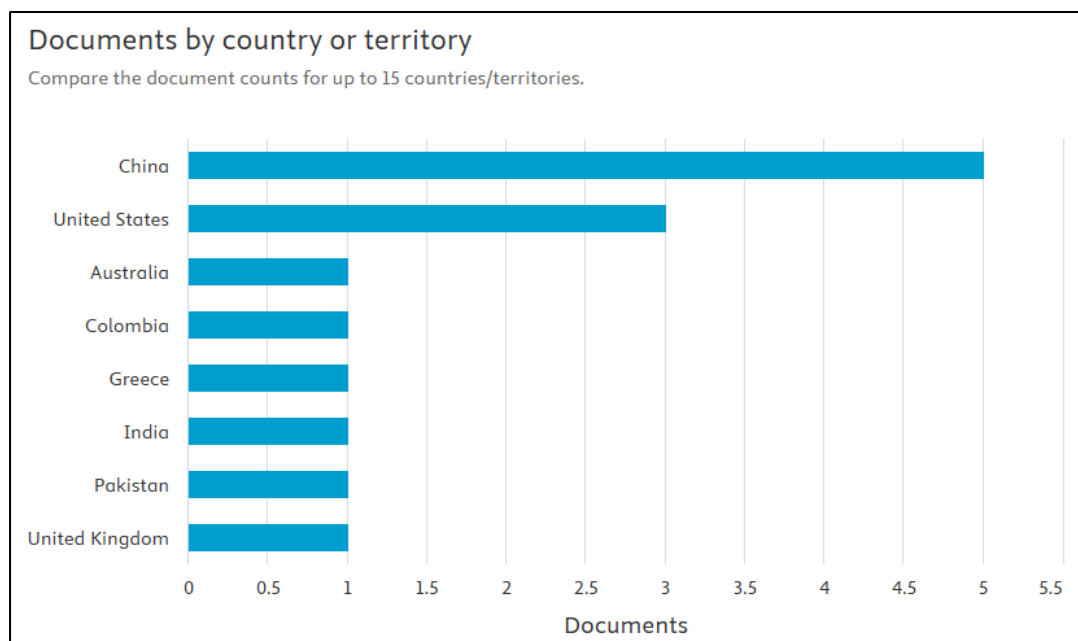


Nota: Procesamiento propio con base en la consulta realizada en Scopus para los años 2021 a 2025.

En la figura 2 se observa una concentración geográfica marcada, liderada por China con 5 publicaciones, seguida por Estados Unidos por 3, lo que indica una mayor capacidad investigativa o una mayor priorización de estudio de variables geotécnicas y de riesgo en infraestructura. Además, la presencia de Colombia con una publicación refleja que el tema ha comenzado a ser abordado en el contexto nacional, pero todavía de manera incipiente.

Figura 2.

Publicaciones por país

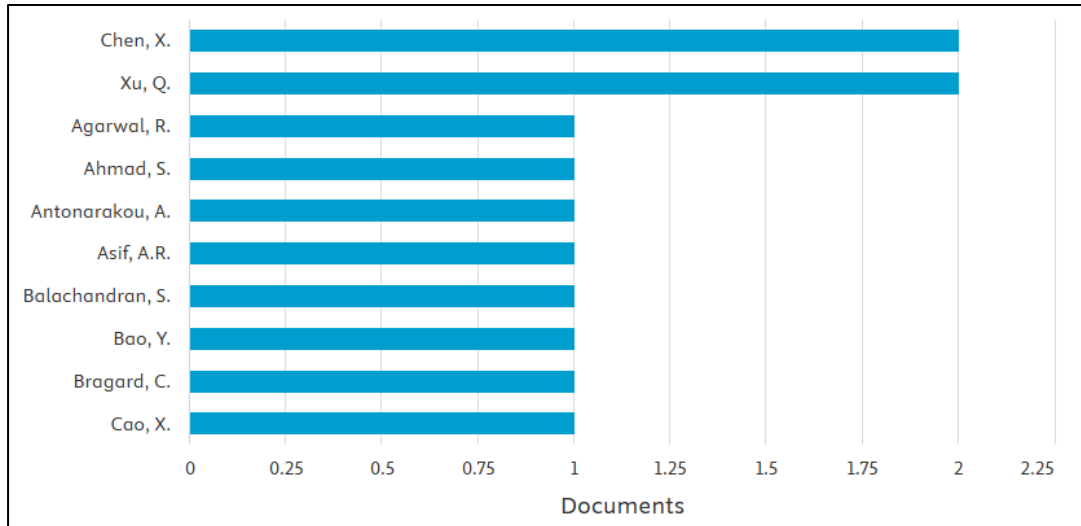


Nota: Procesamiento propio con base en la consulta realizada en Scopus para los años 2021 a 2025.

Con relación a los autores, la Figura 3 muestra que no hay un autor dominante sobre el tema, sugiriendo que el campo de estudio aún no muestra una comunidad académica ampliamente consolidada ni una concentración marcada de liderazgo autoral.

Figura 3.

Publicaciones por autor

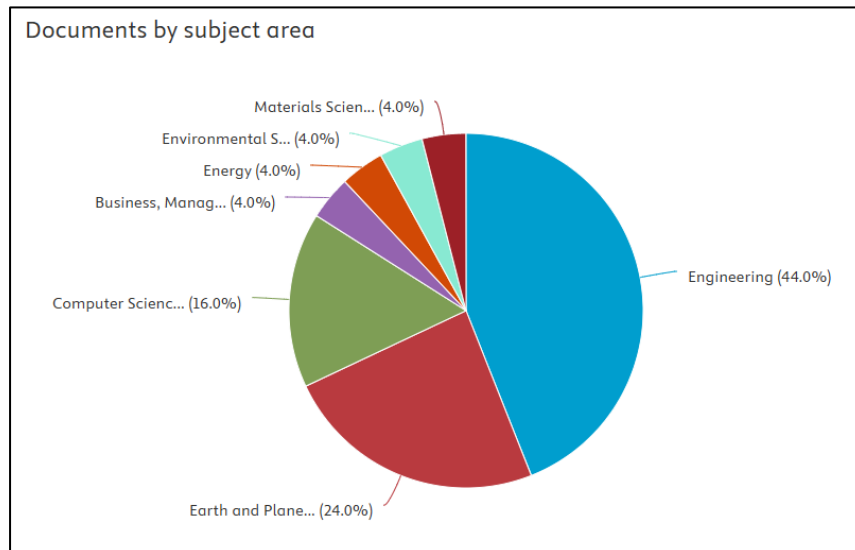


Nota: Procesamiento propio con base en la consulta realizada en Scopus para los años 2021 a 2025.

Finalmente, en la Figura 4 se observa que las publicaciones se concentran en su mayoría (44%) en temas de Ingeniería, seguida por ciencias de la Tierra y Planetarias (24%). Lo anterior confirma que el estudio del corredor geotécnico se aborda sobre todo desde una base ingenieril.

Figura 4.

Distribuciones de las publicaciones por área temática



Nota: Procesamiento propio con base en la consulta realizada en Scopus para los años 2021 a 2025.

La búsqueda inicial realizada en Scopus con la expresión “geotechnical corridor” evidencia un alcance temático restringido, debido a la baja presencia del término como

categoría explícita en la literatura científica. Por ello, se amplió la estrategia de búsqueda incorporando conceptos afines como geotechnical risk, geohazards, landslides, slope stability y road infrastructure, con el propósito de identificar temas de investigación relacionados con el manejo de riesgos geotécnicos en infraestructura vial. La nueva búsqueda se realizó manteniendo el periodo comprendido entre 2021 – 2025 y en idioma ingles:

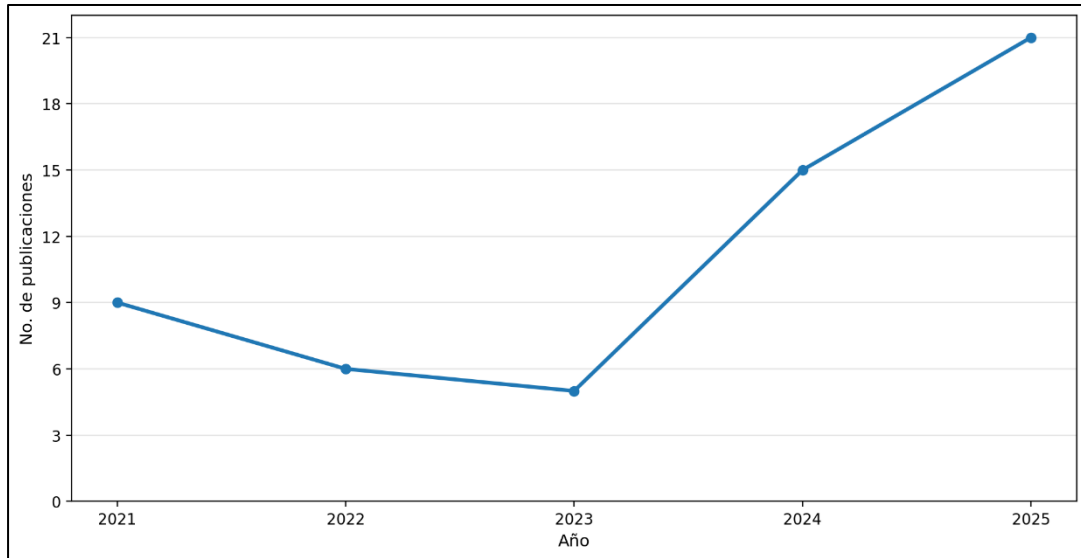
Tabla 5.
Número de Publicaciones por año búsqueda avanzada

Año	No. de Publicaciones
2025	21
2024	15
2023	5
2022	6
2021	9
TOTAL	56

Nota: Procesamiento propio con base en la consulta realizada en Scopus

La Figura 5 muestra la evolución anual de la producción académica sobre el tema de estudio durante el periodo 2021-2025. Se observa una disminución inicial entre 2021 y 2023, al pasar de 9 publicaciones en 2021 a 6 en 2022 y 5 en 2023, lo que sugiere una menor producción académica en esos años. Sin embargo, a partir de 2024 se evidencia un crecimiento significativo, con 15 publicaciones, tendencia que se intensifica en 2025 con 21 publicaciones. Este comportamiento indica un aumento reciente del interés académico por los temas asociados a georriesgos, infraestructura vial, deslizamientos, estabilidad de taludes y gestión del riesgo, posiblemente relacionado con la mayor preocupación por los efectos del cambio climático, la resiliencia de la infraestructura y la necesidad de incorporar criterios técnicos desde etapas tempranas de la planeación de proyectos viales

Figura 5.
Número de publicaciones por año búsqueda avanzada

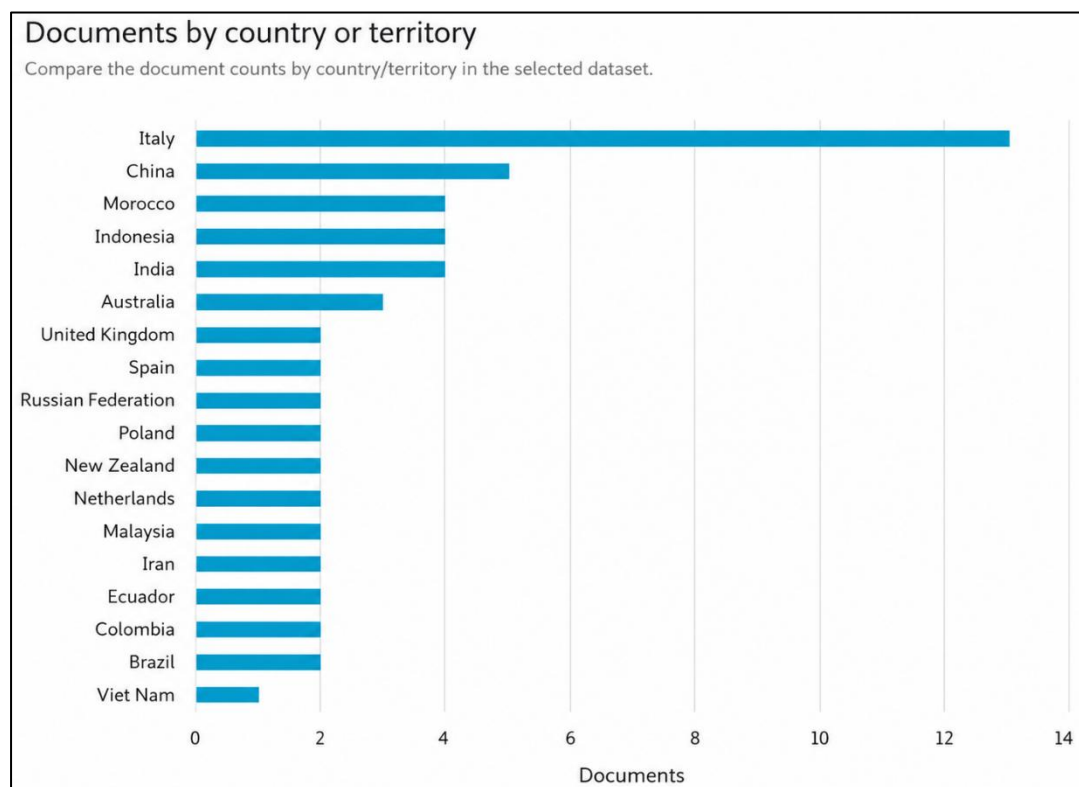


Nota: Procesamiento propio con base en la consulta realizada en Scopus

La Figura 6 evidencia que la producción académica sobre el tema se concentra principalmente en Italia, seguida por China, Marruecos, Indonesia e India. La presencia de países latinoamericanos como Ecuador, Colombia y Brasil muestra que la región participa en esta discusión, más allá de que presentan un menor volumen de publicaciones. Para esta investigación, la inclusión de Colombia resulta relevante, pues confirma el interés nacional por los riesgos geológicos asociados a infraestructura vial y refuerza la necesidad de profundizar en el corredor geotécnico como herramienta de planeación temprana.

Figura 6.

Publicaciones por país búsqueda avanzada

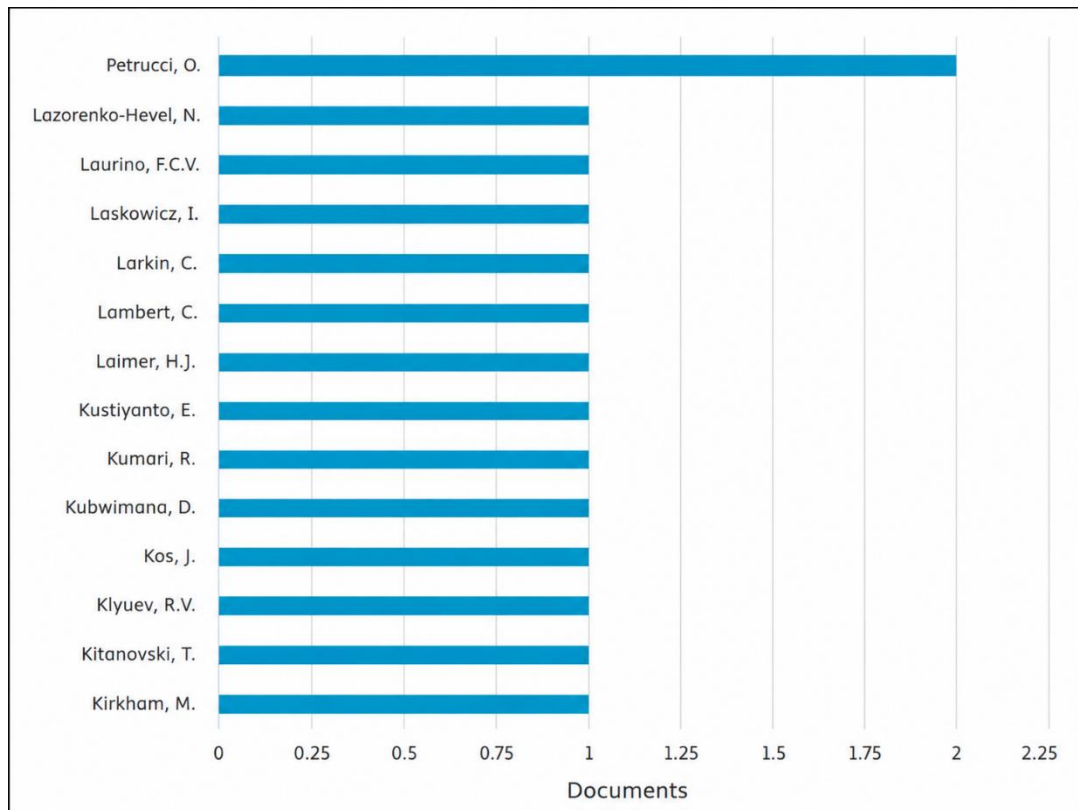


Nota: Procesamiento propio con base en la consulta realizada en Scopus

La Figura 7 muestra que la producción por autor es dispersa, dado que solo Petrucci, O. registra dos documentos, mientras que los demás autores presentan una publicación cada uno. Esta distribución evidencia una producción académica dispersa, con participación de diversos investigadores y sin una concentración significativa en pocos autores.

Figura 7.

Publicaciones por autor búsqueda avanzada

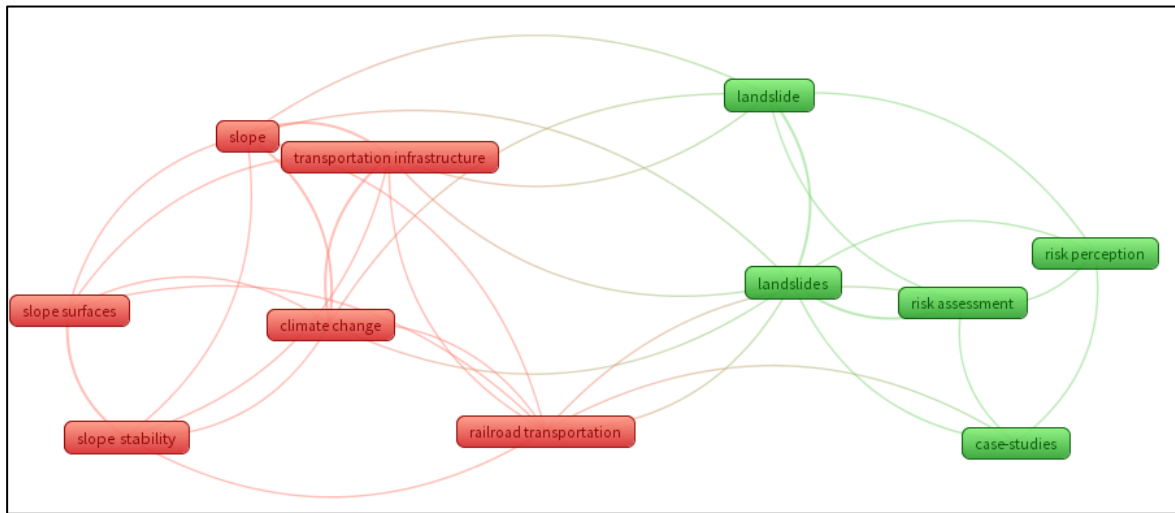


Nota: Procesamiento propio con base en la consulta realizada en Scopus

La figura 8 presenta el mapa de concurrencia de palabras clave elaborado en VOSViewer a partir de los datos consultados en Scopus. El análisis facilita el reconocimiento de los temas centrales asociados al campo de estudio. El mapa de coocurrencia de palabras clave permite identificar dos núcleos temáticos relevantes para el análisis de los georriesgos en la infraestructura vial. El primero se asocia con variables físicas y técnicas, como la estabilidad de taludes, las superficies de ladera, la pendiente, el cambio climático y la infraestructura de transporte; mientras que el segundo se concentra en los deslizamientos, la evaluación del riesgo, la percepción del riesgo y los estudios de caso. Esta organización evidencia que la literatura revisada aborda los movimientos en masa como fenómenos geotécnicos con incidencia directa en la planeación, el diseño, la construcción y la operación de proyectos de infraestructura lineal.

Figura 8.

Mapa de concurrencias de palabras claves



Nota: Procesamiento propio en VosViewer

En conjunto, el análisis bibliométrico evidencia que el corredor geotécnico aún constituye un campo de estudio incipiente dentro de la literatura científica, sobre todo cuando se aborda como concepto explícito. La búsqueda inicial en Scopus mostró una producción reducida y fragmentada, sin una tendencia sostenida ni una comunidad académica claramente consolidada. No obstante, al ampliar la búsqueda hacia conceptos relacionados como riesgos geológicos, deslizamientos, estabilidad de taludes, infraestructura vial y gestión del riesgo, se identificó un crecimiento reciente de las publicaciones, particularmente en los años 2024 y 2025. Esto permite afirmar que el término “corredor geotécnico” todavía no aparece ampliamente desarrollado en la literatura internacional, pero los temas que le dan soporte sí vienen ganando importancia en el ámbito de la infraestructura de transporte.

De esta manera, los resultados obtenidos respaldan la pertinencia del presente trabajo de investigación, en la medida en que permiten reconocer una oportunidad académica y técnica para articular el corredor geotécnico con la planeación temprana de proyectos viales en Colombia.

Metodología

Enfoque y alcance de la investigación

El presente trabajo se desarrolla desde un enfoque cualitativo, porque busca analizar e interpretar las implicaciones de incorporar el corredor geotécnico en la planeación de proyectos viales en Colombia. Para ello, se apoya en la revisión, sistematización y análisis de información documental nacional e internacional. Este enfoque resulta adecuado, ya que permite estudiar el tema con una mirada interpretativa, centrada en comprender los conceptos, alcances, aportes y limitaciones del corredor geotécnico como instrumento técnico para fortalecer la planeación vial en las primeras etapas del proyecto (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018).

La investigación se desarrollará con un enfoque descriptivo y analítico. Tendrá un componente descriptivo porque permitirá caracterizar el marco teórico, normativo, técnico e institucional relacionado con el corredor geotécnico, la gestión de georriesgos, la infraestructura vial y la planeación de proyectos. También tendrá un componente analítico, puesto que buscará interpretar cómo las guías, modelos, lineamientos y buenas prácticas identificadas en el ámbito internacional pueden aportar elementos aplicables al contexto colombiano.

De igual manera, se trata de una investigación no experimental, debido a que no pretende manipular variables ni intervenir directamente el fenómeno estudiado. Su propósito es examinarlo a partir de fuentes documentales, normativas, técnicas e institucionales disponibles, con el fin de construir una comprensión ordenada y útil para la planeación de proyectos viales en el país (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018).

Población y muestra

La población documental del estudio estará conformada por fuentes nacionales e internacionales relacionadas con la planeación de infraestructura vial, la gestión de riesgos geotécnicos, los deslizamientos, la estabilidad de taludes, la resiliencia de la infraestructura, la sostenibilidad vial y el uso de información territorial en las etapas tempranas de los proyectos. En este conjunto se incluirán artículos científicos, guías metodológicas, manuales técnicos, lineamientos institucionales, documentos normativos, políticas públicas, informes de organismos multilaterales y modelos de planificación aplicados en otros países.

La muestra será de tipo no probabilístico e intencional, ya que los documentos se seleccionarán de acuerdo con su pertinencia, calidad técnica, actualidad y relación directa con el objeto de estudio. Este tipo de muestreo es adecuado en investigaciones cualitativas cuando se busca trabajar con unidades de análisis que aporten información significativa, profunda y útil para comprender el fenómeno investigado (Creswell & Poth, 2018).

Para la selección de los documentos se tendrán en cuenta criterios como su relación directa con infraestructura vial o infraestructura lineal, la incorporación de aspectos geotécnicos, territoriales, climáticos o de manejo del riesgo en fases de planeación, y la existencia de guías, modelos o metodologías aplicadas en etapas tempranas del proyecto. se valorará su pertinencia para el contexto colombiano y la disponibilidad de información suficiente para el análisis. Se excluirán aquellos documentos que no tengan relación directa con proyectos viales, que traten los riesgos de forma aislada sin conexión con la planeación de proyectos, o que no aporten elementos conceptuales, técnicos o metodológicos relevantes para la investigación.

Instrumentos

Para recolectar la información se utilizará como instrumento principal una matriz de análisis documental, elaborada con el fin de organizar y sistematizar los datos obtenidos de las fuentes seleccionadas. Esta matriz incluirá aspectos como referencia bibliográfica, tipo de documento, año, autor o entidad, fundamento conceptual, aportes al marco teórico, incidencia en la planeación de proyectos y observaciones analíticas. El análisis documental constituye una técnica pertinente para investigaciones cualitativas que buscan interpretar el contenido, alcance y sentido de documentos escritos en función de un problema de investigación específico, puesto que permite examinar fuentes institucionales, normativas, técnicas y académicas como evidencias relevantes para comprender el fenómeno estudiado (Creswell & Poth, 2018).

De manera complementaria, se utilizarán dos instrumentos de análisis: una matriz de riesgos e implicaciones geotécnicas y una matriz de evaluación multicriterio. Ambas permitirán fortalecer la lectura técnica e interpretativa de los documentos revisados, pasando de una simple recopilación de información a una organización más útil para la formulación de la guía metodológica.

La matriz de riesgos permitirá ordenar las principales condiciones críticas asociadas al corredor vial, como movimientos en masa, inestabilidad de taludes, caída de rocas, erosión, socavación, problemas de drenaje, asentamientos y variabilidad climática. Estas condiciones se relacionarán con sus posibles efectos sobre la planeación y ejecución de los proyectos, con mayor énfasis en decisiones tempranas como la selección de alternativas, la delimitación del alcance, la proyección de costos, la programación del cronograma, la sostenibilidad y la continuidad operativa de la infraestructura.

Por otra parte, la matriz de evaluación multicriterio servirá para valorar la pertinencia de los documentos nacionales e internacionales analizados. Para ello, se tendrán en cuenta criterios como la delimitación territorial, el tratamiento de amenazas geodinámicas e hidroclimáticas, la planeación temprana, la gestión del riesgo durante el ciclo de vida, las herramientas metodológicas propuestas, la sostenibilidad, la toma de decisiones y la adaptabilidad al contexto colombiano.

En conjunto, estos instrumentos permitirán priorizar los referentes más relevantes y convertir la información documental en insumos concretos para estructurar la guía metodológica del corredor geotécnico. De esta forma, el análisis no se quedará únicamente en la revisión de fuentes, ya que buscará identificar qué elementos pueden aplicarse de manera práctica a la planeación de proyectos viales en Colombia.

Técnicas para el análisis de la información.

El material recolectado se analizará mediante análisis documental cualitativo y análisis de contenido. Estas técnicas permitirán identificar, organizar e interpretar los elementos conceptuales, técnicos y metodológicos presentes en las fuentes nacionales e internacionales revisadas. Para ello, se realizará una lectura sistemática de los documentos seleccionados, seguida de una codificación temática orientada por las categorías definidas en la investigación, tales como corredor geotécnico, planeación vial, gestión del riesgo, sostenibilidad, toma de decisiones y modelos de planificación (Andréu Abela, 2002).

Posteriormente, se desarrollará un análisis comparativo entre los referentes internacionales y el contexto colombiano, con el propósito de identificar qué lineamientos, criterios o componentes podrían ser adaptados a la planeación de proyectos viales en el país. Este análisis permitirá reconocer convergencias, vacíos y oportunidades de mejora

en la manera como se incorpora la información técnica y territorial en las fases tempranas de los proyectos.

Finalmente, se empleará el análisis temático como procedimiento para integrar los hallazgos y construir una interpretación global del fenómeno estudiado. Esta técnica permitirá identificar patrones, relaciones y elementos recurrentes dentro de la información documental revisada, facilitando la formulación de una propuesta de modelo o lineamientos de planificación que incorporen el corredor geotécnico en proyectos viales en Colombia (Souza Minayo, 2012). Mediante este proceso, se espera sustentar una interpretación integral sobre las implicaciones del corredor geotécnico y proponer criterios aplicables a la planeación temprana de infraestructura vial, en coherencia con la problemática identificada y los objetivos de la investigación.

Tabla 6.

Matriz metodológica para el cumplimiento de los objetivos

Objetivos	Actividades metodológicas	Técnicas
Analizar los fundamentos teóricos relacionados con el corredor geotécnico en la planeación de proyectos de infraestructura vial del país.	Revisar literatura académica, técnica, normativa e institucional sobre corredor geotécnico, planeación vial, gerencia de proyectos, gestión del riesgo, sostenibilidad e infraestructura resiliente.	Revisión documental cualitativa.
	Clasificar las fuentes seleccionadas según categorías de análisis: corredor geotécnico, planeación vial, gestión del riesgo, sostenibilidad, alcance, costos, cronograma y toma de decisiones.	Categorización documental.
	Identificar conceptos, enfoques, antecedentes, relaciones teóricas y vacíos de investigación.	Análisis de contenido y síntesis teórica.
Identificar los principales riesgos e implicaciones geotécnicas que influyen en la planeación y ejecución de proyectos viales, considerando su efecto sobre el alcance, los costos, el cronograma, la sostenibilidad y la toma de decisiones.	Revisar documentos nacionales e internacionales sobre riesgos geológicos, geotécnicos, geomorfológicos, hidrológicos, ambientales y climáticos en infraestructura vial.	Revisión documental especializada.

Objetivos	Actividades metodológicas	Técnicas
	Clasificar los riesgos identificados según origen, manifestación, etapa del proyecto afectada e implicaciones sobre alcance, costos, cronograma, sostenibilidad y toma de decisiones. Analizar la incidencia del corredor geotécnico en la selección de alternativas, definición del trazado, estimación presupuestal, programación y priorización de intervenciones.	Matriz de riesgos e implicaciones geotécnicas. Análisis interpretativo.
Generar una guía metodológica para la integración del corredor geotécnico en la planeación de proyectos de infraestructura vial en Colombia, articulando criterios técnicos, normativos, institucionales y de gestión del riesgo.	Revisar guías, modelos, lineamientos y buenas prácticas nacionales e internacionales relacionadas con georriesgos, infraestructura resiliente, infraestructura verde vial y planeación vial. De igual manera, comparar los referentes internacionales con el marco técnico, normativo e institucional colombiano y clasificarlos de acuerdo con su pertinencia. Definir los componentes de la guía: fases, insumos, criterios técnicos, responsables, productos esperados y relación con la planeación temprana del proyecto vial. Verificar la coherencia entre la guía propuesta, los objetivos, los riesgos identificados y las necesidades de planeación vial en Colombia.	Revisión documental comparativa/matriz multicriterio Integración metodológica y diseño aplicado. Revisión de coherencia interna.

Nota: Elaboración propia

Diagnóstico

Evaluación multicriterio de referentes internacionales

Para identificar los referentes internacionales con mayor aporte a la comprensión y aplicación del corredor geotécnico en Colombia, se elaboró una matriz de evaluación multicriterio con los 23 documentos revisados. Esta valoración permitió organizar el análisis y comparar los documentos a partir de ocho criterios: delimitación territorial del corredor, incorporación de amenazas geodinámicas e hidroclimáticas, utilidad en etapas tempranas de planeación, gestión del riesgo durante el proyecto, herramientas metodológicas, sostenibilidad, toma de decisiones y adaptabilidad al contexto colombiano.

Cada documento fue calificado en una escala de 1 a 5, de acuerdo con la profundidad, claridad y aplicabilidad de sus aportes. Más que establecer una jerarquía definitiva, la matriz busca reconocer cuáles documentos ofrecen mayores elementos técnicos, metodológicos e institucionales para orientar la planeación de proyectos viales desde una mirada preventiva, territorial y apoyada en análisis y tratamiento de los riesgos.

Tabla 7.

Escala de calificación matriz multicriterio

Puntaje	Nivel de pertinencia	Criterio de asignación
1	Muy baja	El documento tiene relación marginal con el corredor geotécnico o solo aporta contexto general.
2	Baja	El documento aborda algún elemento relacionado, pero no ofrece criterios directamente aplicables a la planeación vial o gestión geotécnica.
3	Media	El documento aporta elementos técnicos útiles, a pesar de que su aplicabilidad al corredor geotécnico requiere adaptación importante.
4	Alta	El documento tiene relación clara con riesgos geotécnicos, planeación vial, gestión del riesgo, sostenibilidad o toma de decisiones.
5	Muy alta	El documento ofrece un marco metodológico, técnico o institucional directamente aplicable a la delimitación, evaluación, gestión o actualización del corredor geotécnico.

Nota: Elaboración propia

Los criterios y subcriterios considerados para la matriz se muestran a continuación:

Tabla 8.

Criterios y subcriterios considerados

Criterio principal	Peso sugerido	Subcriterios de evaluación
1. Relación con la delimitación territorial del corredor geotécnico	15 %	Considera laderas, microcuencas, divisorias de agua, drenajes, zonas de influencia, área de análisis ampliada y relación vía-territorio.
2. Incorporación de amenazas geodinámicas, hidrogeológicas e hidrometeorológicas	15 %	Incluye movimientos en masa, erosión, caída de rocas, flujos, inundaciones, avenidas torrenciales, drenaje, agua subterránea, lluvias extremas o cambio climático.
3. Aplicabilidad a etapas tempranas de planeación y evaluación de alternativas	15 %	Aporta criterios para prefactibilidad, selección de trazados, análisis de alternativas, intervención temprana y prevención antes del diseño definitivo.
4. Gestión del riesgo durante el ciclo de vida del proyecto vial	15 %	Integra identificación, análisis, reducción, monitoreo, operación, mantenimiento, atención de emergencias y actualización continua.
5. Soporte metodológico para análisis, registro, monitoreo o priorización	15 %	Propone matrices, fichas, inventarios, registros de riesgo, sistemas de información, SIG, monitoreo, alerta temprana o criterios de priorización.
6. Relación con sostenibilidad, resiliencia e infraestructura verde	10 %	Incluye adaptación climática, soluciones sostenibles, medidas no estructurales, infraestructura verde, protección ecosistémica o reducción de impactos ambientales.
7. Aporte a la toma de decisiones sobre alcance, costos, cronograma y viabilidad	10 %	Ayuda a reducir incertidumbre, estimar costos, priorizar estudios, definir medidas, evitar rediseños, mejorar programación o sustentar decisiones de inversión.
8. Adaptabilidad al contexto colombiano	5 %	Puede ajustarse a territorios montañosos, tropicales, sísmicos, hidroclimáticos, ambientalmente sensibles o institucionalmente comparables con Colombia.

Nota: Elaboración propia

Cada uno de los documentos se evalúo considerando la siguiente fórmula

$$\text{Puntaje ponderado documento} = \sum (\text{puntaje del criterio} \times \text{peso del criterio})$$

Correspondiendo un puntaje de 5 un documento con aporte muy alto y directamente aplicable, mientras que un puntaje de 1 representa un documento con aporte bajo o descartable.

La puntuación de los 23 marcos internacionales se desarrolló mediante una evaluación semicuantitativa de pertinencia documental. El propósito fue identificar en qué medida cada referente aporta al análisis del corredor geotécnico como instrumento de planeación, gestión del riesgo y apoyo a la toma de decisiones en proyectos viales.

La valoración no se basó únicamente en la importancia institucional del documento, su extensión o su fecha de publicación. También se tuvo en cuenta su capacidad para ofrecer criterios técnicos, metodológicos, operativos e institucionales que puedan aplicarse al análisis de riesgos geotécnicos en corredores viales.

Para orientar este proceso, se definieron ocho criterios de evaluación relacionados con las principales dimensiones que influyen en la planeación y ejecución de proyectos viales: delimitación territorial, amenazas geodinámicas e hidroclimáticas, planeación temprana, gestión del riesgo durante el ciclo de vida, herramientas metodológicas, sostenibilidad y resiliencia, incidencia sobre alcance, costos, cronograma y toma de decisiones, y adaptabilidad al contexto colombiano.

De la evaluación realizada se obtuvo lo siguiente:

Tabla 9.

Priorización de documentos internacionales según su pertinencia metodológica

N.º	Documento	Puntaje ponderado / 5,0	Nivel de pertinencia
1	Sistemi di Gestione del Rischio Idrogeologico lungo la rete stradale nazionale	4,30	Alta
2	Diretrizes Básicas para Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários	3,90	Alta
3	Linee guida per la classificazione e gestione del rischio... ponti esistenti	4,00	Alta
4	CD 622: Managing Geotechnical Risk	4,45	Alta
5	Managing Geotechnical Risk	4,70	Muy alta
6	Guide to Road Design Part 2: Design Considerations	3,70	Media
7	GG 951: General Requirements for Geomatical Surveys	3,25	Media

N.º	Documento	Puntaje ponderado / 5,0	Nivel de pertinencia
8	Green Roads for Water	4,15	Alta
9	Geotechnical Asset Management Plan: Technical Report	4,15	Alta
10	Highway Slope Manual	4,35	Alta
11	Guidelines for the Alignment Survey and Geometric Design of Hill Roads	4,30	Alta
12	Geohazards, Extreme Weather Events, and Climate Change Resilience Manual	4,45	Alta
13	La relevancia de la gestión del activo geotécnico	4,15	Alta
14	Landslide Hazard Rating System Procedure	4,10	Alta
15	Engineering Guidelines on Landslide Mitigation Measures for Indian Roads	4,50	Muy alta
16	Guidance Document on the Use of Nature Based Solutions for Landslide Risk Reduction	3,85	Alta
17	Guía para la gestión de procesos frente a la erosión costera	3,95	Alta
18	Lessons Learnt from Japan and Latin America and Caribbean Countries in Management of Hazard Resilient Infrastructure	3,85	Alta
19	Road Geohazard Risk Management Handbook	4,90	Muy alta
20	Road Geohazard Risk Management: Japan Case Study	4,60	Muy alta
21	New Zealand Country Amendment: NSW RMS Guide to Slope Risk Analysis	4,10	Alta
22	Unstable Slope Management Program for Federal Land Management Agencies	4,45	Alta
23	Metodología complementaria para la evaluación de riesgo de desastres en proyectos de infraestructura pública	4,45	Alta

Nota: Elaboración propia

La asignación de puntajes altos respondió principalmente a tres aspectos. Primero, se valoró que el documento tratara de forma directa los riesgos asociados al terreno, como movimientos en masa, caída de rocas, erosión, flujos de detritos, inestabilidad de taludes, socavación, drenaje deficiente, agua subterránea o eventos hidrológicos extremos. Segundo, se tuvo en cuenta si proponía procedimientos aplicables, por ejemplo, inventarios, registros de riesgo, mapas de amenaza, matrices de priorización, inspecciones, monitoreo, sistemas de alerta temprana, análisis de alternativas o criterios de intervención. Tercero, se revisó si permitía relacionar la gestión geotécnica con

decisiones propias de la gerencia de proyectos, en especial aquellas vinculadas con alcance, costos, cronograma, sostenibilidad, resiliencia, operación, mantenimiento y continuidad del servicio.

Con los anteriores criterios, documentos como *Road Geohazard Risk Management Handbook*, *Managing Geotechnical Risk*, *Road Geohazard Risk Management: Japan Case Study*, *Engineering Guidelines on Landslide Mitigation Measures for Indian Roads* y *CD 622: Managing Geotechnical Risk* obtuvieron los puntajes más altos. Estos referentes no se quedan en la descripción de fenómenos geotécnicos. Del mismo modo proponen enfoques integrales de gestión del riesgo, herramientas de evaluación, responsabilidades técnicas, criterios de priorización, seguimiento y aplicación en distintas fases del proyecto vial. Su principal utilidad está en que ayudan a pasar de una caracterización técnica del terreno a un instrumento para respaldar las decisiones, útil para planear, diseñar, construir, operar y mantener corredores viales expuestos a amenazas geológicas e hidroclimáticas.

Los documentos con puntajes medios, por su parte, no deben entenderse como referentes de menor calidad técnica. Más bien, muestran una relación más parcial o especializada frente a los criterios evaluados. Algunos aportan de manera importante en dimensiones específicas, como levantamientos geomáticos, sostenibilidad, diseño geométrico, gestión ambiental, infraestructura verde o evaluación de inversión pública, aunque no desarrollan de forma completa la gestión del riesgo geotécnico en corredores viales. Por ejemplo, un documento centrado en levantamientos espaciales puede tener una calificación alta en herramientas metodológicas, pero menor en amenazas geodinámicas o gestión durante el ciclo de vida. De manera similar, una guía sobre soluciones basadas en la naturaleza puede ser muy sólida en sostenibilidad y menos amplia en temas como alcance, costos, cronograma o gobernanza técnica del riesgo.

La matriz multicriterio permitió ordenar los documentos internacionales según su pertinencia técnica, metodológica y estratégica para el análisis del corredor geotécnico. Esta valoración ayuda a reconocer qué referentes ofrecen mayores aportes para comprender el corredor como herramienta de planeación, gestión del riesgo y apoyo a la toma de decisiones en proyectos viales.

Más que presentar los 23 documentos como fuentes con el mismo peso, la matriz permite diferenciar cuáles tienen mayor capacidad para orientar el diagnóstico y la

propuesta metodológica del trabajo. En ese sentido, los documentos con puntajes más altos se asumen como referentes estructurantes para la guía metodológica, ya que reúnen elementos aplicables a la identificación de amenazas, evaluación del riesgo, priorización de intervenciones, sostenibilidad, operación, mantenimiento y continuidad del servicio.

Considerando análisis realizado, se seleccionaron los cinco documentos con mayor puntaje:

Road Geohazard Risk Management Handbook — World Bank, 2019

Puntaje: 4.90

Es el referente más completo para el enfoque de corredor geotécnico, porque integra geoamenazas viales, planeación del sistema, capacidad institucional, ingeniería, diseño, operación, mantenimiento y contingencias en todo el proceso y gestión de la infraestructura.

Managing Geotechnical Risk — Transport Infrastructure Ireland, 2024

Puntaje: 4.70

Aporta una metodología formal para gestionar riesgos del terreno mediante registros, responsables, reportes por fase, revisión técnica y actualización progresiva del riesgo. Estos elementos son directamente aplicables a una matriz o sistema de seguimiento del corredor geotécnico.

Road Geohazard Risk Management: Japan Case Study — World Bank, 2020

Puntaje: 4.60

Presenta una experiencia institucional sólida sobre gestión de geoamenazas viales. Su valor está en mostrar cómo se articulan la inspección, la priorización, el cierre preventivo, la respuesta ante emergencias, el financiamiento y la gestión del riesgo en corredores expuestos.

Engineering Guidelines on Landslide Mitigation Measures for Indian Roads — Indian Roads Congress, 2015

Puntaje: 4.50

Es uno de los referentes más fuertes para el análisis de movimientos en masa en carreteras de montaña. Desarrolla criterios sobre cartografía de amenaza, vulnerabilidad, riesgo, investigación, monitoreo, alerta temprana y medidas de mitigación.

CD 622: Managing Geotechnical Risk — National Highways / DMRB, 2025

Puntaje: 4.45

Si bien, presenta un puntaje cercano al de otros documentos, se prioriza por su aporte en la formalización de procedimientos técnicos. Incluye aprobación, certificación, categorías geotécnicas, registros y responsabilidades, aspectos clave para que el corredor geotécnico funcione como un instrumento auditable y trazable.

Estos cinco referentes son estratégicos para la formulación de la guía metodológica, porque provienen de organismos multilaterales y entidades técnicas con amplia trayectoria en infraestructura vial, seguridad geotécnica, prevención de geoamenazas y administración del riesgo. El Banco Mundial aporta una visión integral y global sobre la gestión de geoamenazas en carreteras. Irlanda y Reino Unido ofrecen estándares técnicos avanzados para gestionar el riesgo geotécnico de forma formal, trazable y verificable. Japón representa una experiencia institucional consolidada en monitoreo, prevención, respuesta y recuperación ante amenazas naturales. India, por su parte, aporta lineamientos especializados para evaluar y mitigar deslizamientos en carreteras de montaña.

En conjunto, estos documentos permiten sustentar que el corredor geotécnico debe concebirse como un instrumento técnico e institucional de planeación temprana. Más que caracterizar el terreno, su función es articular conocimiento territorial, gestión del riesgo, sostenibilidad, seguridad vial, continuidad operativa y toma de decisiones durante el ciclo de vida de los proyectos viales en Colombia.

En el anexo 1 se puede consultar la matriz de evaluación multicriterio realizada.

Identificación de riesgos e implicaciones geotécnicas

Se elaboró una matriz para identificar los principales riesgos geotécnicos asociados a la planeación de proyectos viales, tomando como base el análisis de los 23 documentos internacionales revisados. Este ejercicio permitió reconocer amenazas, condiciones del terreno, factores de vulnerabilidad y situaciones críticas que pueden afectar el desempeño técnico, económico, ambiental y operativo de un corredor vial.

Para cada riesgo se registró su posible efecto sobre variables clave de la gerencia de proyectos, como el alcance, los costos, el cronograma, la calidad de los estudios y diseños, la seguridad vial, la sostenibilidad, la operación, el mantenimiento y la

continuidad del servicio. Así, la matriz no se queda únicamente en la descripción de riesgos geológicos o geotécnicos. También los relaciona con sus posibles implicaciones en la orientación técnica en las fases iniciales de planeación.

Este enfoque permite establecer criterios para priorizar estudios, definir medidas de mitigación, comparar alternativas de trazado y fortalecer la incorporación del corredor geotécnico como instrumento preventivo en proyectos viales en Colombia.

Tabla 10.

Matriz de identificación de riesgos e implicaciones geotécnicas en la planeación y ejecución de proyectos viales

N.º	Riesgo identificado	Referentes internacionales asociados	Efectos sobre el alcance, costos, cronograma, sostenibilidad y toma de decisiones
1	Insuficiente caracterización geológica, geotécnica y geomorfológica del corredor	DNIT (2006); National Highways et al. (2025); TII (2024); Austroads (2019); IRC (2019)	Genera diseños incompletos, rediseños, estudios adicionales y cambios en el trazado. Incrementa costos por contingencias no previstas, retrasa la planeación y limita la comparación objetiva de alternativas. Se ha identificado que puede conducir a soluciones constructivas poco sostenibles o sobredimensionadas.
2	Inestabilidad de laderas y taludes naturales o intervenidos	GEO (2017); IRC (2015); NZTA (2025); FHWA (2019); World Bank (2019)	Obliga a ampliar el alcance con obras de estabilización, drenaje, protección y monitoreo. Aumenta costos de construcción y mantenimiento, puede generar cierres o retrasos, afecta ecosistemas de ladera y exige decisiones tempranas sobre evitar, mitigar o aceptar el riesgo.
3	Movimientos en masa, deslizamientos, flujos de detritos y caída de rocas	IRC (2015); FHWA (2023); World Bank (2019); World Bank (2020); Waka Kotahi NZ Transport Agency (2023)	Incide directamente en la seguridad y continuidad del corredor. Puede modificar diseños, exigir obras especializadas, incrementar costos por estabilización y limpieza, retrasar la construcción y operación, y obligar a priorizar zonas críticas según amenaza, exposición y consecuencias.
4	Riesgo hidrogeológico asociado a agua subterránea, escorrentía,	ANSFISA (2025); World Bank (2021); GEO (2017); FHWA (2023); World Bank (2019)	Afecta el diseño de drenajes, subdrenes, filtros, obras hidráulicas y protección de taludes. Incrementa costos por control de erosión y reparaciones, retrasa obras en temporadas de lluvia, compromete la

N.º Riesgo identificado	Referentes internacionales asociados	Efectos sobre el alcance, costos, cronograma, sostenibilidad y toma de decisiones
saturación y drenaje deficiente		sostenibilidad del corredor y exige integrar variables hídricas en la toma de decisiones.
5	Subestimación de eventos climáticos extremos y cambio climático	FHWA (2023); World Bank (2021); IDB (2017); World Bank (2019); World Bank (2020)
		Puede dejar insuficientes los criterios de diseño, drenaje y estabilidad. Incrementa costos de adaptación y recuperación, genera interrupciones recurrentes, reduce la resiliencia de la infraestructura y obliga a incorporar escenarios futuros de amenaza en la planeación vial.
6	Selección inadecuada del trazado en zonas montañosas o de alta complejidad territorial	IRC (2019); Austroads (2019); DNIT (2006); World Bank (2019); MDSF (2024)
		Puede obligar a modificar el alineamiento, pendientes, cortes, rellenos, túneles, viaductos o drenajes. Aumenta costos, retrasa permisos y estudios, genera impactos ambientales y sociales, y exige decisiones basadas en análisis multicriterio que integren riesgo, ambiente, costo y funcionalidad.
7	Ausencia de inventario y gestión de activos geotécnicos	Alaska DOT&PF (2017); Álvarez Álvarez (2025); FHWA (2019); GEO (2017); World Bank (2019)
		Dificulta conocer el estado de taludes, cortes, rellenos, muros y zonas críticas. Favorece una gestión reactiva, aumenta costos de emergencia, retrasa intervenciones y reduce la sostenibilidad del mantenimiento. Limita la priorización técnica y presupuestal basada en riesgo.
8	Deficiente calidad, trazabilidad o interoperabilidad de la información espacial	Highways England et al. (2021); National Highways et al. (2025); TII (2024); Waka Kotahi NZ Transport Agency (2023)
		Genera inconsistencias entre estudios topográficos, geológicos, ambientales, prediales y de diseño. Produce reprocesos, sobre costos y demoras por verificación de información, afecta la identificación precisa de impactos y debilita la confiabilidad de las decisiones sobre trazado y mitigación.
9	Falta de registro formal y actualización de riesgos geotécnicos durante el ciclo del proyecto	National Highways et al. (2025); TII (2024); World Bank (2019); MDSF (2024)
		Impide mantener continuidad entre estudios, diseño, construcción, operación y mantenimiento. Aumenta costos por riesgos no gestionados, retrasa decisiones, reduce el aprendizaje institucional y debilita la asignación de responsabilidades para

N.º Riesgo identificado	Referentes internacionales asociados	Efectos sobre el alcance, costos, cronograma, sostenibilidad y toma de decisiones
		evitar, mitigar, transferir o aceptar riesgos.
10 Gestión institucional fragmentada del riesgo geotécnico	ANSFISA (2025); World Bank (2020); IDB (2017); Banco Mundial (2024); World Bank (2019)	Produce duplicidad de estudios, vacíos de competencia y decisiones contradictorias. Incrementa costos por reprocesos, retrasa aprobaciones, permisos y ejecución de medidas, dificulta la sostenibilidad institucional y exige mecanismos claros de coordinación, gobernanza y flujo de información.
11 Ausencia de monitoreo, inspección y alerta temprana en zonas críticas	GEO (2017); IRC (2015); FHWA (2023); World Bank (2020); Waka Kotahi NZ Transport Agency (2023)	Deja por fuera actividades de seguimiento, instrumentación y control operacional del riesgo. Aumenta costos por fallas súbitas, genera cierres no programados, reduce la resiliencia del corredor y limita la capacidad de tomar decisiones preventivas con base en evidencia.
12 Priorización insuficiente de tramos críticos por amenaza, exposición y consecuencia	NZTA (2025); FHWA (2019); Álvarez (2025); World Bank (2019); MDSF (2024)	Dispersa recursos en intervenciones sin jerarquía técnica. Puede aumentar costos por uso ineficiente del presupuesto, retrasar la atención de sitios críticos, reducir la efectividad preventiva y afectar decisiones de inversión al no diferenciar adecuadamente amenaza, vulnerabilidad y criticidad.
13 Definición inadecuada de medidas de mitigación geotécnica	IRC (2015); GEO (2017); NBRO et al. (2019); World Bank (2021); World Bank (2019)	Puede conducir a soluciones insuficientes, sobredimensionadas o incompatibles con el entorno. Aumenta costos por rediseños o fallas posteriores, retrasa la ejecución, genera impactos ambientales innecesarios y exige comparar alternativas estructurales, no estructurales, híbridas y sostenibles.
14 Escasa incorporación de soluciones sostenibles o basadas en la naturaleza	NBRO et al. (2019); World Bank (2021); Banco Mundial (2024); Austroads (2019)	Reduce el rango de alternativas disponibles y concentra la respuesta en soluciones convencionales. Puede elevar costos de ciclo de vida, limitar la adaptación climática, afectar la restauración de laderas y debilitar decisiones orientadas a sostenibilidad, resiliencia y menor impacto ambiental.

N.º Riesgo identificado	Referentes internacionales asociados	Efectos sobre el alcance, costos, cronograma, sostenibilidad y toma de decisiones
15	Subestimación de costos de ciclo de vida y mantenimiento geotécnico	Alaska DOT&PF (2017); FHWA (2019); Álvarez Álvarez (2025); World Bank (2019); Austroads (2019)
Puede excluir del alcance actividades de mantenimiento, inspección y monitoreo. Incrementa costos futuros por reconstrucción o atención de emergencias, genera intervenciones no programadas, reduce la sostenibilidad financiera del corredor y exige evaluar costos totales de vida útil.		
16	Insuficiente análisis de alternativas en fase temprana o preinversión	MDSF (2024); DNIT (2006); World Bank (2019); IRC (2019); Banco Mundial (2024)
Puede consolidar alternativas con alto riesgo antes de contar con información suficiente. Aumenta costos por cambios tardíos, retrasa licencias y diseños, incrementa impactos ambientales y sociales, y limita decisiones basadas en amenaza, exposición, vulnerabilidad, costo y resiliencia.		
17	Afectación de estructuras críticas por condiciones geotécnicas e hidráulicas del entorno	Ministerio de Infraestructura y Transporte de Italia (2020); FHWA (2023); World Bank (2019); World Bank (2020)
Puede ampliar el alcance con estudios específicos para puentes, viaductos, cimentaciones, accesos y drenajes. Incrementa costos de protección y monitoreo, retrasa obras si las vulnerabilidades se identifican tarde y exige integrar riesgo geotécnico, hidráulico y estructural.		
18	Falta de retroalimentación entre diseño, construcción, operación y nuevos proyectos	National Highways et al. (2025); TII (2024); FHWA (2019); Alaska DOT&PF (2017); GEO (2017)
Impide incorporar lecciones aprendidas en futuros proyectos. Reproduce errores, aumenta costos, mantiene retrasos recurrentes, reduce la mejora continua en sostenibilidad y resiliencia, y debilita la capacidad institucional para tomar mejores decisiones en corredores similares.		

Nota: Elaboración propia

La matriz anterior sintetiza una idea central: los riesgos geotécnicos no se limitan a fenómenos físicos como deslizamientos, caída de rocas/detritos o inestabilidades de taludes. Asimismo, están relacionados con debilidades en la planeación, la calidad de la información, la gobernanza, el monitoreo, el análisis de alternativas, la gestión de activos, la sostenibilidad y el aprendizaje institucional. Esta lectura es clave para el objetivo específico, debido a que muestra que las implicaciones geotécnicas pueden afectar, al

mismo tiempo, el alcance, los costos, el cronograma, la sostenibilidad y la toma de decisiones del proyecto.

En cuanto al alcance, estos riesgos pueden exigir estudios adicionales, rediseños, obras de estabilización, sistemas de drenaje, monitoreo, mantenimiento y medidas de mitigación que no habían sido previstas inicialmente. Con relación a los costos, pueden generar incrementos asociados a investigaciones complementarias, intervenciones correctivas, contingencias, atención de emergencias, mantenimiento recurrente y reconstrucción de infraestructura afectada.

En relación con el cronograma, los riesgos geotécnicos pueden ocasionar retrasos por ajustes de diseño, trámites o permisos adicionales, cierres viales, suspensión de obras, atención de eventos críticos o nuevas campañas de investigación. Desde la sostenibilidad, una gestión geotécnica débil puede aumentar la intervención sobre laderas, cauces y ecosistemas. En cambio, una gestión adecuada permite incorporar soluciones preventivas, adaptativas, de menor impacto y con enfoque de ciclo de vida.

Finalmente, los documentos internacionales muestran que el corredor geotécnico debe apoyar la toma de decisiones desde etapas tempranas. Su función es ayudar a reducir incertidumbre, comparar alternativas, priorizar intervenciones, asignar responsabilidades, justificar inversiones preventivas y articular información técnica, ambiental, institucional y financiera.

En el Anexo 2 se detalla la matriz de identificación de riesgos e implicaciones geotécnicas en la planeación y ejecución de proyectos viales.

Guía Metodológica Propuesta

Como resultado del proceso investigativo, se propone una guía metodológica para aplicar el corredor geotécnico en la planeación de proyectos viales en Colombia. Esta guía se anexa al presente documento como producto práctico de la investigación y surge a partir de la revisión documental realizada, el análisis de referentes técnicos nacionales e internacionales y la identificación de riesgos asociados a las características físicas, hídricas, climáticas, ambientales y antrópicas que pueden influir en el fortalecimiento del sistema vial.

La construcción de la guía se desarrolló después de culminar la revisión documental y el análisis de riesgos. A la luz de ese proceso se identificaron criterios aplicables a la planeación vial y se estructuraron principios metodológicos, fases de aplicación, productos mínimos, responsabilidades institucionales y mecanismos de actualización. La propuesta se apoya en seis principios: territorio, prevención, riesgo, trazabilidad, sostenibilidad y actualización. Estos principios buscan que la información geotécnica no se quede como un diagnóstico aislado, pues debe convertirse en un insumo útil para orientar decisiones sobre trazado, estudios complementarios, medidas de mitigación, monitoreo, mantenimiento y gestión de riesgos.

La guía se organiza en ocho fases: preparación institucional y técnica; delimitación preliminar del corredor geotécnico; inventario y caracterización de geoamenazas; registro formal de riesgos geotécnicos; evaluación de exposición, vulnerabilidad y consecuencias; evaluación multicriterio de alternativas; formulación del plan de manejo, mitigación, monitoreo y contingencia; y retroalimentación y actualización del corredor. Cada fase incluye entradas, actividades mínimas y productos verificables, los cuales pueden incorporarse en estudios, diseños, términos de referencia, interventorías, construcción, operación y mantenimiento.

Uno de los principales aportes de la guía es su relación con la gerencia de proyectos. Los riesgos identificados se analizan según sus posibles efectos sobre el alcance, los costos, el cronograma, la sostenibilidad, la continuidad del servicio y la asignación de responsabilidades. De esta forma, la información del terreno se convierte en criterio de gestión para priorizar intervenciones, justificar decisiones técnicas y reducir incertidumbres desde las primeras fases del proyecto vial.

Tabla 11.

Criterios considerados para la elaboración de la guía metodológica.

Criterio considerado	Descripción	Aplicación dentro de la guía metodológica
Enfoque territorial del corredor	Reconoce que el corredor geotécnico debe analizarse a partir de las condiciones físicas, ambientales, sociales y funcionales del territorio por donde se proyecta la infraestructura vial.	Orienta la delimitación preliminar del corredor y permite comprender la relación entre trazado, relieve, ocupación del territorio, drenajes, coberturas, restricciones ambientales y dinámicas antrópicas.
Identificación temprana de condiciones geológicas y geomorfológicas	Considera la litología, estructuras geológicas, fallas, unidades superficiales, formas del relieve, pendientes, procesos erosivos y zonas susceptibles a inestabilidad.	Se aplica en la fase de inventario y caracterización de geoamenazas, con el fin de reconocer restricciones técnicas desde prefactibilidad y factibilidad.
Análisis hidrogeológico e hidroclimático	Incorpora la presencia de aguas superficiales y subterráneas, drenajes, niveles freáticos, precipitación, escorrentía, saturación de materiales y eventos climáticos extremos.	Permite valorar la incidencia del agua en la estabilidad de taludes, laderas, terraplenes, estructuras de drenaje y zonas de posible afectación vial.
Inventario y clasificación de geoamenazas	Integra fenómenos como movimientos en masa, caídas de roca, flujos, avenidas torrenciales, erosión, socavación, subsidencia y otros procesos que puedan comprometer la vía.	Corresponde a una fase central de la guía, en la cual se reconocen, localizan y clasifican las amenazas geotécnicas presentes o potenciales.
Registro formal de riesgos geotécnicos	Traduce las geoamenazas identificadas en riesgos para el proyecto, considerando probabilidad, exposición, vulnerabilidad y consecuencias.	Se aplica para documentar los riesgos de forma trazable y vinculada con decisiones de planeación, diseño, construcción, operación y mantenimiento.
Evaluación de exposición, vulnerabilidad y consecuencias	Analiza la relación entre las amenazas identificadas y los elementos expuestos, tales como usuarios, infraestructura, comunidades, ecosistemas, obras existentes y continuidad del servicio.	Permite priorizar los riesgos que pueden afectar la seguridad vial, la estabilidad de la infraestructura, la operación del corredor y la sostenibilidad del proyecto.
Evaluación multicriterio de alternativas	Compara alternativas de trazado o intervención considerando variables	Se aplica en la selección de alternativas durante la

Criterio considerado	Descripción	Aplicación dentro de la guía metodológica
	geotécnicas, ambientales, territoriales, económicas, sociales, operativas y de riesgo.	planeación estratégica, prefactibilidad y factibilidad.
Articulación con alcance, costo y cronograma	Relaciona los riesgos geotécnicos con posibles cambios de alcance, mayores cantidades de obra, estudios complementarios, obras de mitigación, contingencias y ajustes en la programación.	Integra el corredor geotécnico con la gerencia del proyecto, especialmente en la definición del alcance, estimación de costos, programación y control de incertidumbres.
Definición de medidas de manejo, mitigación y monitoreo	Establece acciones preventivas, correctivas y de seguimiento para controlar o reducir los riesgos identificados en el corredor.	Se aplica en la formulación del plan de manejo, mitigación, monitoreo y contingencia previsto en la guía.
Asignación de responsabilidades institucionales y contractuales	Define los actores responsables de generar, validar, actualizar y utilizar la información del corredor geotécnico. Incluye entidades públicas, consultores, contratistas, interventorías y operadores.	Permite evitar vacíos en la gestión del riesgo geotécnico durante las fases de estudios, diseños, construcción, operación y mantenimiento.
Trazabilidad de la información técnica	Garantiza que la información utilizada en la guía provenga de fuentes verificables, estudios existentes, cartografía, bases institucionales, visitas de campo, registros históricos y análisis técnicos.	Asegura que las decisiones tomadas con base en el corredor geotécnico puedan ser justificadas, revisadas y actualizadas.
Actualización y retroalimentación del corredor	Reconoce que el corredor geotécnico debe actualizarse con hallazgos de campo, monitoreo, eventos ocurridos, cambios de diseño, emergencias y lecciones aprendidas.	Corresponde a la fase final de la guía y permite que el instrumento se mantenga vigente durante el proyecto.
Desempeño sostenible y capacidad de respuesta de la infraestructura vial	Incorpora criterios de adaptación, continuidad del servicio, reducción de impactos, mantenimiento preventivo y gestión de activos geotécnicos.	Permite que la guía no se limite a la etapa de diseño, ya que conecta la planeación temprana con la operación, conservación y mantenimiento del corredor vial.

Nota: Elaboración propia

De esta forma, la guía entiende el corredor geotécnico como un instrumento dinámico que acompaña las distintas etapas de desarrollo del proyecto. Su actualización, a partir

de hallazgos de campo, eventos ocurridos, monitoreo, ajustes de diseño y lecciones aprendidas, permite fortalecer la gestión de activos geotécnicos, mejorar la planeación de nuevas intervenciones y aportar al desarrollo de una infraestructura vial más segura.

Conclusiones

La revisión de los fundamentos teóricos permitió reconocer que el corredor geotécnico tiene un alcance más amplio que el de un estudio técnico del terreno. En esta investigación se entiende como un instrumento de apoyo para la planeación integral de proyectos viales, capaz de relacionar las condiciones naturales y antrópicas del territorio con decisiones estratégicas sobre trazado, alcance, costos, cronograma, sostenibilidad y gestión del riesgo. Su valor está en que permite anticipar restricciones, reducir incertidumbres y fortalecer la toma de decisiones desde las primeras etapas del proyecto.

El análisis de los riesgos e implicaciones geotécnicas mostró que fenómenos como movimientos en masa, inestabilidad de taludes, caída de rocas, erosión, socavación, deficiencias de drenaje, asentamientos y lluvias extremas pueden afectar de manera importante el proceso de estructuración y materialización de proyectos carreteros. Estos riesgos comprometen la estabilidad física de la infraestructura y pueden derivar en rediseños, mayores cantidades de obra, sobrecostos, ampliaciones de plazo, afectaciones a la seguridad vial y mayores exigencias de mantenimiento. Por esta razón, identificarlos de manera temprana resulta fundamental para reducir incertidumbres y mejorar la estructuración técnica, financiera y operativa de los proyectos.

La revisión documental nacional e internacional permitió reconocer referentes prácticos para fortalecer la gestión de georriesgos en infraestructura vial. A partir del análisis realizado, se pudo observar que los países con mayor desarrollo en la temática son Italia, Reino Unido, Irlanda, Estados Unidos, Australia y Nueva Zelanda, debido a que cuentan con lineamientos técnicos, metodologías progresivas, sistemas de clasificación del riesgo, registros continuos, monitoreo, gestión de activos geotécnicos y procedimientos documentados para integrar el riesgo geotécnico en las distintas fases del ciclo de vida de la infraestructura vial. Estos referentes evidencian una evolución hacia modelos preventivos, trazables y basados en información técnica, donde la planeación, el diseño, la construcción, la operación y el mantenimiento se articulan de manera continua.

Como resultado del proceso investigativo, se formuló una guía metodológica para implementar el corredor geotécnico en la planeación de proyectos viales en Colombia. La guía organiza fases, insumos, criterios técnicos, productos esperados y responsabilidades, con el propósito de facilitar su aplicación en la planeación estratégica, la prefactibilidad y la factibilidad. Su uso puede mejorar la evaluación de alternativas,

orientar la priorización de estudios, anticipar medidas de mitigación y fortalecer la relación entre la información del territorio y las decisiones propias de la gerencia de proyectos.

La guía adquiere especial relevancia en Colombia, ya que la Resolución 20243040018375 de 2024 incorporó el corredor geotécnico en los proyectos de infraestructura vial y asignó al INVIAS la definición de sus lineamientos técnicos y metodológicos. A pesar de que existen avances asociados a una guía en desarrollo, no se identifica una versión final oficialmente publicada. Por ello, la guía metodológica propuesta en esta investigación se plantea como una base preliminar de consulta para entidades públicas, concesionarios, consultores, interventorías y demás actores viales, orientada a facilitar la incorporación del corredor geotécnico desde un enfoque preventivo, territorial, sostenible y articulado con la gestión del riesgo.

En conjunto, la investigación permite concluir que la implementación del corredor geotécnico ofrece una base para fortalecer una planeación vial más preventiva, técnica y sostenible en Colombia. Su adecuada aplicación puede apoyar en la identificación temprana de restricciones territoriales, la reducción de riesgos, la optimización de recursos y la mejora del desempeño de los corredores viales durante su ciclo de vida. Así, el corredor geotécnico debe asumirse como una herramienta dinámica, actualizable y articulada con la gestión del riesgo, la sostenibilidad y la toma de decisiones en infraestructura vial.

Referencias

Alaska Department of Transportation and Public Facilities. (2017). *Geotechnical Asset Management Plan: Technical Report*. Research & Technology Transfer.

Álvarez Álvarez, E. (2025). *La relevancia de la gestión del activo geotécnico. El riesgo geológico en infraestructuras de movilidad terrestre*. En M. Hürlimann & N. M. Pinyol (Eds.), *XI Simposio Nacional sobre Taludes y Laderas Inestables*. CIMNE.

Andréu Abela, J. (2002). *Las técnicas de análisis de contenido: Una revisión actualizada*. Fundación Centro Estudios Andaluces.

Austroads. (2019). *Guide to Road Design Part 2: Design Considerations* (Edition 2.1, Publication No. AGRD02-19). Austroads Ltd.

Banco Mundial. (2024). *Guía para la gestión de procesos frente a la erosión costera: Guía para tomadores de decisiones*. Banco Mundial.

Creswell, J. W., & Poth, C. N. (2018). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches* (4th ed.). SAGE Publications.

Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. (2006). *Diretrizes básicas para elaboração de estudos e projetos rodoviários: Escopos básicos e instruções de serviço* (3. ed.). Ministério dos Transportes.

Departamento Nacional de Planeación. (2023). *Plan Nacional de Desarrollo 2022–2026: Colombia, potencia mundial de la vida*. Departamento Nacional de Planeación.

Federal Highway Administration. (2019). *Unstable Slope Management Program for Federal Land Management Agencies* (Publication No. FHWA-FLH-19-002). U.S. Department of Transportation.

Federal Highway Administration. (2023). *Geohazards, Extreme Weather Events, and Climate Change Resilience Manual* (FHWA-HIF-23-008). U.S. Department of Transportation

Fondo Adaptación, Departamento Nacional de Planeación, Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres, & Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2024). *Colombia: Evaluación de daños, pérdidas e impactos asociados a la ocurrencia del fenómeno de La Niña 2021-2023*.

Fundación para la Conservación y el Desarrollo Sostenible. (2021). *Lineamientos para la infraestructura verde vial en Colombia*. FCDS.

Geotechnical Engineering Office. (2017). *Highway Slope Manual* (Continuously updated e-version released on 7 September 2017). Civil Engineering and Development Department, The Government of the Hong Kong Special Administrative Region.

Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. P. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill Interamericana

Highways England, Transport Scotland, Welsh Government, & Department for Infrastructure Northern Ireland. (2021). *GG 951: General requirements for geomatical surveys* (Version 1.0.0). Design Manual for Roads and Bridges.

Indian Roads Congress. (2015). *Engineering Guidelines on Landslide Mitigation Measures for Indian Roads* (IRC:SP:106-2015). Indian Roads Congress.

Indian Roads Congress. (2019). *Guidelines for the Alignment Survey and Geometric Design of Hill Roads* (IRC:52-2019, 3rd rev.). Indian Roads Congress.

Instituto Nacional de Vías. (2013). *Guía de estructuración para la contratación de proyectos de infraestructura de transporte*. INVIAS.

Instituto Nacional de Vías. (2022). *Guía de manejo ambiental de proyectos de infraestructura: Modo carretero, versión corta*. INVIAS.

Instituto Nacional de Vías. (2023). *Plan Estratégico Institucional 2023–2026*. INVIAS.

Inter-American Development Bank. (2017). *Lessons Learnt from Japan and Latin America and Caribbean Countries in Management of Hazard Resilient Infrastructure: A JICA-IDB Joint Research* (IDB Technical Note No. IDB-TN-1309). Environment, Rural Development and Disaster Risk Management Division

International Finance Corporation. (2024). *Catalogue of nature-based solutions for infrastructure projects*. IFCI

International Organization for Standardization. (2018). *ISO 31000:2018 Risk management — Guidelines*. ISO

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2020). *Lineamientos de infraestructura verde vial para Colombia*. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti. (2020). *Linee guida per la classificazione e gestione del rischio, la valutazione della sicurezza ed il monitoraggio dei ponti esistenti*. Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Ministerio de Desarrollo Social y Familia. (2024). *Metodología complementaria para la evaluación de riesgo de desastres en proyectos de infraestructura pública*. División de Evaluación Social de Inversiones.

Ministerio de Transporte. (2024). *Resolución 20243040018375 de 2024: Por la cual se incorpora en los proyectos de infraestructura vial el concepto de corredor geotécnico, se adoptan los lineamientos de infraestructura verde vial – LIVV y se dictan disposiciones frente a la gestión del riesgo de desastres*. Ministerio de Transporte.

Mushtaq, S., Bakhsh, K., & Qureshi, M. E. (2024). Climate adaptation strategies for road infrastructure exposed to flooding and extreme weather events: A review. *Infrastructure*, 9(4), Article 41.

National Building Research Organisation, Asian Disaster Preparedness Center, & World Bank. (2019). *Guidance Document on the Use of Nature Based Solutions for Landslide Risk Reduction*. National Building Research Organisation.

National Highways, Transport Scotland, Welsh Government, & Department for Infrastructure Northern Ireland. (2025). *CD 622: Managing geotechnical risk (Version 2.0.0). Design Manual for Roads and Bridges*.

NZ Transport Agency Waka Kotahi. (2025). *Landslide Hazard Rating System Procedure (Version 1.0)*. NZ Transport Agency Waka Kotahi.

Organisation for Economic Co-operation and Development (2020). *Recommendation of the Council on the Governance of Infrastructure*. OECD Legal Instruments.

Organisation for Economic Co-operation and Development. (2024a). *Adapting infrastructure to changing climatic conditions*. OECD Publishing.

Organisation for Economic Co-operation and Development. (2024b). *Transport system resilience*. OECD Publishing.

Presidencia de la República de Colombia. (2024). *Decreto 0978 de 2024. Por medio del cual se adopta la segunda actualización del Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, y se dictan otras disposiciones*.

Pittelli, F. (2025). *Sistemi di gestione del rischio idrogeologico lungo la rete stradale nazionale: Stato dell'arte e prospettive future*. Agenzia Nazionale per la Sicurezza delle Ferrovie e delle Infrastrutture Stradali e Autostradali.

Project Management Institute. (2021). *A guide to the project management body of knowledge (PMBOK® guide)* (7th ed.). Project Management Institute.

Servicio Geológico Colombiano. (2017). *Las amenazas por movimientos en masa de Colombia: Una visión desde la geología, la geomorfología y la dinámica del territorio*. Servicio Geológico Colombiano.

Servicio Geológico Colombiano, & Instituto Nacional de Vías. (2018). *Guía metodológica para la evaluación del riesgo físico por movimientos en masa en la infraestructura vial: Convenio Interadministrativo 003 de 2018*.

Souza Minayo, M. C. de. (2012). *El desafío del conocimiento: Investigación cualitativa en salud*. Lugar Editorial.

Transport Infrastructure Ireland. (2024). *Managing Geotechnical Risk* (DN-ERW-03083). TII Publications.

Transportation Research Board. (2020). *Geotechnical asset management for transportation agencies: Volume 1: Research overview* (NCHRP Research Report No. 903). The National Academies Press.

Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres. (2018). *Atlas de riesgo de Colombia: Revelando los desastres latentes*. UNGRD.

Waka Kotahi NZ Transport Agency. (2023). *New Zealand Country Amendment: NSW RMS Guide to Slope Risk Analysis Version 4, April 2014* (Version 1). Waka Kotahi NZ Transport Agency.

World Bank. (2019a). *Lifelines: The resilient infrastructure opportunity*. World Bank.

World Bank. (2019b). *Road geohazard risk management*. World Bank.

World Bank. (2020). *Road Geohazard Risk Management: Japan Case Study*. World Bank.

World Bank. (2021). *Green roads for water: Guidelines for road infrastructure in support of water management and climate resilience*. World Bank.

World Commission on Environment and Development. (1987). *Our common future*. Oxford University Press.

World Road Association. (2023a). *PIARC International Climate Change Adaptation Framework 2023: Technical report*. PIARC.

World Road Association. (2023b). *PIARC Strategic plan 2024–2027*. PIARC.

World Road Association. (2023c). *PIARC Uniform and holistic approaches to resilience: Climate change and other hazards* [Technical report]. World Road Association.

Anexos

Anexo 01. Matriz evaluación multicriterio.

Anexo 02. Matriz de riesgos e implicaciones geotécnicas.

Anexo 03. Guía metodológica para la integración del corredor geotécnico.