

**IDENTIFICACIÓN, ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS PARA LA  
ESTRUCTURACIÓN DEL PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA  
EN EL TRAMO CALARCÁ (QUINDÍO) – LA PAILA (VALLE) CON UNA LONGITUD  
DE 62 KM EN EL CORREDOR VIAL BOGOTÁ-BUENAVENTURA**

**AUTOR  
FABIO ERNESTO PÉREZ CHAPARRO**

**TRABAJO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE MAGISTER EN INGENIERÍA CON  
ÉNFASIS EN GESTIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN**

**UNIVERSIDAD EAFIT  
MAESTRÍA EN INGENIERÍA CON ÉNFASIS EN GESTIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN  
MEDELLIN - ANTIOQUIA  
AÑO 2019**

**IDENTIFICACIÓN, ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS PARA LA  
ESTRUCTURACIÓN DEL PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA  
EN EL TRAMO CALARCÁ (QUINDÍO) – LA PAILA (VALLE) CON UNA LONGITUD  
DE 62 KMM EN EL CORREDOR VIAL BOGOTÁ-BUENAVENTURA**

**AUTOR  
FABIO ERNESTO PÉREZ CHAPARRO**

**DIRECTOR DE TESIS  
ELKIN ANIBAL MONSALVE DURANGO  
INGENIERO CIVIL-MASTER EN INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL**

**UNIVERSIDAD EAFIT  
MAESTRÍA EN INGENIERÍA CON ÉNFASIS EN GESTIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN  
MEDELLIN - ANTIOQUIA  
AÑO 2019**

**NOTA DE ACEPTACIÓN**

**JURADO 1**

---

---

---

**JURADO 2**

---

---

---

**JURADO 3**

---

---

---

**FECHA DE ACEPTACIÓN** \_\_\_\_\_

## **AGRADECIMIENTOS**

Este documento llega a su fin gracias a todos los comentarios y revisiones que realizó el profesor Elkin Anibal Monsalve, a quien agradezco toda su paciencia y dedicación, y a los importantes aportes de la Agencia Nacional de Infraestructura ANI y en especial a la firma Concesionara Autopistas del Café S.A y a la firma Interventora del Proyecto, Cano Jiménez Estudios S.A durante la etapa de construcción, quienes aportaron valiosa información y recursos para llevar a cabo esta meta.

Así mismo agradezco a los profesores de la Maestría en Ingeniería con énfasis en Gestión de la Construcción de la Universidad EAFIT y de la Universidad del Quindío de quienes obtuve valiosos conocimientos.

## DEDICATORIA

A Dios por darme salud e infinitas bendiciones que me permitieron que haya cumplido mis sueños y metas hasta el día de hoy.

A mis padres por haberme inculcado el deseo de trabajo y de superación. A mi esposa Jineth y a mi hija Isabella gracias por su apoyo constante e incondicional.

## TABLA DE CONTENIDO

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>GENERALIDADES .....</b>	<b>13</b>
2.1	JUSTIFICACIÓN .....	13
2.2	DELIMITACIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	14
2.3	OBJETIVOS.....	17
2.3.1	<i>Objetivo General.....</i>	17
2.3.2	<i>Objetivos Específicos .....</i>	17
2.4	METODOLOGÍA .....	17
2.5	MARCO TEÓRICO.....	21
2.6	MARCO DE ANTECEDENTES.....	27
2.7	PROYECTO CONSTRUCCIÓN DOBLE CALZADA LA PAILA-CALARCÁ .....	31
2.7.1	<i>Localización y descripción del proyecto.....</i>	31
2.7.2	<i>Descripciones de los tramos a intervenir.....</i>	33
2.8	IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS POTENCIALES DURANTE EL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DEL TRAMO CALARCÁ-LA PAILA .....	34
2.8.1	<i>Riesgo .....</i>	34
2.8.2	<i>Identificación de riesgos.....</i>	34
2.9	RIESGOS IDENTIFICADOS PARA LA ETAPA DE CONSTRUCCION DEL PROYECTO DOBLE CALZADA EN EL TRAMO CALARCA (QUINDIO) LA PAILA (VALLE), DEL CORREDOR VIAL BOGOTA- BUENAVENTURA .....	35
2.10	PRIORIZACIÓN DE RIESGOS, DE ACUERDO A SU ALTA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA Y AL IMPACTO NEGATIVO QUE PUEDA ALTERAR EL DESARROLLO DEL PROYECTO .....	45
2.10.1	<i>La tipificación de riesgos .....</i>	45
2.10.2	<i>Estimación del riesgo.....</i>	48
2.10.3	<i>Análisis cualitativo.....</i>	48
2.11	PRIORIZACIÓN DE LOS RIESGOS .....	58
<b>3</b>	<b>ANÁLISIS DESCRIPTIVO.....</b>	<b>59</b>
3.1	GENERALIDADES .....	59
3.2	ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LOS RIESGOS PRIORIZADOS.....	60
3.2.1	<i>Descripción de los mayores valores por adquisición predial .....</i>	60
3.2.2	<i>Costo real de la gestión predial .....</i>	61
3.2.3	<i>Análisis del riesgo .....</i>	63
3.3	CULMINACIÓN DE PROCESOS PEDIALES .....	63
3.3.1	<i>Descripción .....</i>	63
3.3.2	<i>Inconvenientes para la obtención de la titularidad del predio.....</i>	64
3.3.3	<i>Análisis del riesgo.....</i>	66
3.4	MAYORES COSTOS POR CUMPLIMIENTO DE LOS PLANES DE COMPENSACIÓN AMBIENTAL .....	67
3.4.1	<i>Descripción .....</i>	67
3.4.2	<i>Análisis de riesgos .....</i>	68
3.5	AFECTACIÓN AL PAISAJE CULTURAL CAFETERO .....	70
3.5.1	<i>Descripción .....</i>	70
3.5.2	<i>Sitios de interés paisajístico.....</i>	71
3.5.3	<i>Paisaje Cultural Cafetero.....</i>	71

3.5.3.1	Paisaje cultural cafetero en el área de influencia del proyecto.....	74
3.5.4	<i>Análisis de riesgo</i> .....	75
3.6	OPOSICIÓN DE COMUNIDADES AL TRAZADO DE LA VÍA.....	75
3.6.1	<i>Descripción de la situación actual</i> .....	76
3.6.2	<i>Análisis de riesgos</i> .....	78
3.7	TEMPORADA DE LLUVIAS.....	78
3.7.1	<i>Descripción</i> .....	78
3.7.2	<i>Procesos generadores de precipitaciones en Colombia</i> .....	79
3.7.3	<i>Precipitaciones en área de influencia del proyecto vial</i> .....	81
3.7.3.1	<i>Análisis del riesgo</i> .....	85
3.8	ACCIDENTES LABORALES.....	87
3.8.1	<i>Descripción</i> .....	87
3.8.2	<i>Estadísticas de accidentes de trabajo</i> .....	88
3.8.3	<i>Características de los accidentes laborales</i> .....	90
3.8.4	<i>Errores que generan accidentes laborales</i> .....	91
3.8.5	<i>Impacto de los accidentes de trabajo</i> .....	92
3.8.6	<i>Análisis del riesgo</i> .....	92
3.9	HALLAZGOS ARQUEOLÒGICOS.....	94
3.9.1	<i>Antecedentes arqueológicos en la zona de estudio</i> .....	94
3.9.2	<i>Hallazgos arqueológicos en la zona de influencia del proyecto</i> .....	97
3.9.3	<i>Análisis de riesgos</i> .....	99
3.10	MAYORES CANTIDADES DE OBRA.....	102
3.10.1	<i>Modalidades de Contratación</i> .....	102
3.10.2	<i>Sobrecostos en la industria de la construcción</i> .....	102
3.10.3	<i>Análisis de riesgos</i> .....	103
3.11	ERUPCION VOLCAN MACHÍN.....	104
3.11.1	<i>Descripción</i> .....	104
3.11.2	<i>Amenazas por erupción</i> .....	105
3.11.3	<i>Últimas erupciones volcánicas en Colombia</i> .....	107
3.11.4	<i>Análisis de riesgos</i> .....	108
<b>4</b>	<b>PLAN DE RESPUESTA PARA LOS 10 RIESGOS ANALIZADOS PARA LA PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA CALARCÁ – LA PAILA.</b> ....	<b>109</b>
4.1	ESTRATEGIA PARA LA ATENCIÓN DE RIESGOS.....	109
4.2	PLAN DE RESPUESTA DE LOS 10 RIESGOS PRIORIZADOS PARA LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO VIAL:.....	110
<b>5</b>	<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>121</b>
<b>6</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>123</b>

## LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1. Esquema de actividades para distribución de riesgos previsibles</i> .....	25
<i>Figura 2. Definición de etapas e instrumentos del proceso de gestión del riesgo contractual</i> .....	25
<i>Figura 3. Localización general del proyecto y su identificación por tramos</i> .....	32
Figura 4. Grado de severidad.....	49
Figura 5. Matriz Probabilidad – Impacto.....	49
Figura 6. Área de influencia del paisaje cultural cafetero de Colombia.....	72
Figura 7. Vista del Paisaje Cultural Cafetero.....	73
Figura 8. Localización del trazado de la vía en el área de influencia del PCCC.....	74
Figura 9. Manifestaciones de la comunidad en rechazo al trazado del proyecto vial....	77
Figura 10. Localización de las 17 regiones de acuerdo a la estacionalidad de la precipitación. ....	80
Figura 11. Régimen de precipitación para la estación Aeropuerto Alfonso Bonilla.....	81
Figura 12. Precipitaciones anuales departamento del Quindío.....	82
Figura 13. Número de días con lluvia anuales departamento del Quindío.....	83
Figura 14. Precipitaciones anuales departamento del Valle.....	83
Figura 15. Número de días con lluvia anuales departamento del Valle.....	83
Figura 16. Valores medios multianuales del número de días con lluvia, periodo 1981 – 2010.....	84
Figura 17. Horas consecutivas con mayor precipitación y tomando como referencia para este estudio, la estación de Barragán ubicada en el municipio de Sevilla.....	85
Figura 18. Accidentes laborales según la fase de la obra.....	89
Figura 19. Localización de los sitios donde se registró los sitios con alto potencial arqueológico.....	98
Figura 20. Detalle de cada uno de los sitios con potencial arqueológico en el atlas de arqueológico de Colombia.....	98
Figura 21. Detalle de cada uno de los sitios con potencial arqueológico en el atlas de arqueológico de Colombia.....	99
Figura 22. Localización de los hallazgos en el área de influencia del proyecto.....	101
Figura 23. Panorámica del volcán Cerro Machín.....	105
Figura 24. Mapa de amenaza volcánica en el área de influencia del trazado del proyecto vial. Fuente: (Servicio Geológico Colombiano).....	106
Figura 25. Niveles de alertas para determinar el comportamiento de los volcanes.....	107



## LISTA DE TABLAS

<i>Tabla 1. Descripciones de los tramos a intervenir</i> .....	33
<i>Tabla 2. Identificación de riesgos</i> .....	36
<i>Tabla 3. Tipificación de riesgos</i> .....	45
<i>Tabla 4. Tipificación de los riesgos del proyecto de construcción vial</i> .....	46
Tabla 5. definición de impactos. ....	50
Tabla 6. Análisis Cualitativo de dos riesgos identificados .....	52
Tabla 7. Priorización de riesgos del proyecto de construcción .....	58
Tabla 8. Fechas por Carbono 14 para el Quindío, Sociedades Alfareras.....	96
Tabla 9. Hallazgos arqueológicos en la zona de influencia del proyecto.....	97
Tabla 10. Mayores valores por adquisición predial.....	111
Tabla 11. Culminación procesos prediales. ....	112
Tabla 12. Mayores costos por cumplimiento de planes de compensación ambiental .	113
Tabla 13. Afectación paisaje cultural cafetero. ....	114
Tabla 14. Oposición de comunidades al trazado de la vía. ....	115
Tabla 15. Temporadas de lluvias.....	116
Tabla 16. Accidentes laborales.....	117
Tabla 17. Hallazgos arqueológicos.....	118
Tabla 18. Mayores cantidades de obra .....	119
Tabla 19. Erupción volcán Cerro Machín .....	120

## **RESUMEN**

El presente estudio se identificaron los riesgos presentes en la intervención para la construcción vial del tramo Calarcá-La Paila, como complemento del corredor vial Bogotá-Buenaventura, además se analizaron las amenazas con mayor probabilidad de ocurrencia e impacto para el desarrollo del proyecto, para así plantear las acciones preventivas que pueden ser implementadas durante el proceso constructivo.

Para la identificación y su efecto, como el análisis cualitativo y descriptivo de cada riesgo, fue necesario revisar fuentes documentadas en gestión de riesgos, normatividad, y políticas de gestión, documentos contractuales del contrato de concesión, información referente a amenazas, vulnerabilidades y riesgos de tipo ambiental, social y predial dentro del área de influencia por donde se proyecta ejecutar las obras de infraestructura vial, lo que permite comprender mejor el estado de las condiciones de infraestructura vial que se presentan en Colombia.

Este estudio se desarrolló a partir de una metodología de tipo mixto, ya que en el método de recopilación y análisis de la información fue combinado con la investigación documental y la de campo junto con las experiencias encontradas en proyectos similares, con el fin de profundizar en el tema de estudio y poder cubrir los diferentes ángulos de la investigación la cual facilitó el desarrollo de los objetivos propuestos.

## 1 INTRODUCCIÓN

El crecimiento económico de un país, está estrechamente ligado a las condiciones de infraestructura vial que el Estado pueda brindar a su economía y estas mismas condiciones no solo impulsan el desarrollo económico, sino también un desarrollo a nivel social y humano de una comunidad. Sumado a esto, aparecen los mercados globales que exigen de los países participantes, estándares de competitividad como principio del comercio exterior; con el fin de que los participantes en vía de desarrollo no sean absorbidos por el sistema.

Con la anterior descripción, es importante mencionar que Colombia no es ajena a una infraestructura vial que permita ofrecerle al país la competitividad necesaria para participar en los mercados internacionales, cuyo énfasis está en la importancia de invertir e intervenir en las comunicaciones terrestres hacia los puertos más importantes de cada economía.

A nivel nacional, Colombia transporta el 98% de mercancía en el comercio interior, y tan solo el 2% de la carga movilizada tiene origen o destino internacional (Pérez V, 2005). Sin embargo, dados los retos del país con los acuerdos de Tratados de Libre Comercio (TLC), esto lleva a que el Gobierno Nacional realice una mejor inversión en infraestructura, rehabilitación y construcción de nuevos corredores viales que garanticen la competitividad de los productos colombianos frente a los mercados internacionales.

De acuerdo con el documento: Reporte de Competitividad Global 2014-2015 del Plan Nacional de Desarrollo (PND), Colombia ocupa el puesto 126 en oferta de carreteras, en líneas férreas el puesto 102, en puertos el puesto 90 y en aeropuertos el puesto 78 (entre 144 economías nacionales evaluadas) y en el documento: Bases del Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018 (PND), se han implementado proyectos estratégicos para la infraestructura de transporte:

Primero, la ANI estructuró e inició la contratación del programa conocido como la Cuarta Generación de Concesiones que contempla más de 40 proyectos con una inversión cercana a los \$ 47 billones, para la intervención de más de 7000 km, de los cuales más de 1200 km son en doble calzada, utilizando como insumo el análisis de congestión vial realizado por la Misión del Sistema de Ciudades; segundo, inició el proyecto para garantizar la navegabilidad del río Magdalena entre Barranquilla y Puerto Salgar; tercero, avanzó en el mejoramiento de la infraestructura aeroportuaria del país, a través del esquema de concesión de los principales nodos aéreos; y, cuarto, dispuso la estrategia para retomar el tren en Colombia, la cual inició con el contrato para la

rehabilitación de los corredores férreos La Dorada-Chiriguaná y Bogotá-Belencito. Adicionalmente, avanza en la construcción de la segunda línea La Loma-Ciénaga.

Ahora bien, el corredor vial Bogotá-Buenaventura es considerado como uno de los más importantes ejes de la red nacional de carreteras, ya que integra al puerto de Buenaventura, principal puerto colombiano sobre la Costa Pacífica con el interior del país, el cual hace parte del denominado por el INCO hoy Agencia Nacional de Infraestructura; “corredor para la competitividad transversal Pacífico-Venezuela”, que cuenta con una longitud de 1772 km, en el corredor vial Bogotá-Buenaventura no tiene contratada la construcción de la doble calzada del tramo la Calarcá-Paila en una longitud de 62 km, que hace parte de la concesión desarrollo vial Armenia-Pereira-Manizales (Autopistas del café).

La clave para que estos proyectos de infraestructura tengan mayor probabilidad de éxito, consta de una adecuada gestión de riesgo, para lo cual este estudio identifica los riesgos potenciales que se pueden materializar durante la construcción, igualmente se realiza el análisis descriptivo de 10 riesgos con probabilidad de ocurrencia alta que presentan impacto negativo para el desarrollo del proyecto, para finalmente plantear un plan de respuesta a los 10 amenazas analizadas descriptivamente; en lo que respecta a este proyecto de construcción, por grandes o pequeños que sean, los riesgos pueden ser identificados y analizados con el fin de diseñar acciones preventivas, que pueden ser implementadas durante proceso constructivo.

## 2 GENERALIDADES

Este capítulo se compone de los apartados de justificación del estudio, delimitación y formulación del problema, objetivos generales y específicos, diseño metodológico, marco teórico y proyecto de construcción.

### 2.1 JUSTIFICACIÓN

La pertinencia de este estudio radica en que se puede enmarcar dentro del campo del conocimiento de la Gestión de Proyectos, la cual es una de las líneas de estudio de la Maestría en Ingeniería con énfasis en Gestión de la construcción de la Universidad EAFIT.

Con esta investigación se pretende que la identificación, análisis y el plan de respuesta a los riesgos identificados sean tenidos en cuenta dentro del presupuesto y cronograma de obra, con el fin de obtener durante la etapa de diseño, una planificación del proyecto adecuada para las condiciones que se puedan encontrar durante la etapa de construcción. Sumado a esto, está el interés por que la firma contratista realice la adecuada implementación del plan de respuestas diseñado y con su monitoreo se reduzcan los sobrecostos en el presupuesto proyectado, así como se minimicen los riesgos de incumplimiento del plazo establecido.

La importancia de este estudio, radica al momento de en cuenta que el diagnóstico de la gestión de riesgos en los proyectos de construcción de la concesión de infraestructura vial, se plantea como una herramienta de retroalimentación para los diferentes actores que hacen parte del proyecto o se ven influenciados por la obra, tales como el Estado colombiano, los inversionistas privados, la sociedad civil y en general los usuarios de las vías concesionadas.

Para el Estado es importante conocer e identificar los factores que pueden afectar el desarrollo de sus proyectos de infraestructura vial, con el fin de buscar los mecanismos, herramientas y soluciones que permitan sortearlos, al prevenir que en futuras estructuraciones de proyectos se consideren dichas situaciones, de esta manera buscar que las obras se ejecuten en los tiempos programados, que los recursos y partidas que se planifiquen sean suficientes y que se reduzcan los sobrecostos influenciados por factores del entorno.

Para los inversionistas privados, conocer los factores que pueden ocasionar pérdidas o ganancias, pueden servir como una de las herramientas a utilizar en el momento de tomar decisiones de invertir en el sector de la infraestructura vial. Particularmente para la firma privada que desarrolla el proyecto de Concesión de la vía Armenia – Pereira – Manizales,

los resultados de la presente investigación se presentan como una herramienta de retroalimentación para la etapa de planificación del proyecto, con el fin de presentar la propuesta económica, técnica y financiera a la Agencia Nacional de Infraestructura (ANI), para la materialización del proyecto construcción de la doble calzada del tramo Calarcá – La Paila, puesto que se debe considerara que el Gobierno nacional tiene como prioridad garantizar la terminación de la doble calzada en el corredor Bogotá – Buenaventura.

La relevancia social de una investigación de este tipo y particularmente para la comunidad del Eje Cafetero que esté interesada en conocer los resultados obtenidos, será factible, puesto que podrían ser consultados y verificar la realidad de los factores que pueden generar variaciones en la gestión de proyectos similares, pues la opinión pública con frecuencia por desinformación; crítica las actuaciones tanto de la empresa privada como del Gobierno Nacional, al desconocer los esfuerzos y gestiones realizados por estos actores con el fin de cumplir con los objetivos del proyecto.

Se espera también, que en alguna medida los factores que se determinen para el proyecto construcción de la doble calzada Calarcá – La Paila, puedan contribuir en otras regiones del país con características similares a las del Eje Cafetero y que aún no han iniciado su proceso de desarrollo vial a segundas calzadas, al considerar que las políticas del Gobierno Nacional están direccionadas en desarrollar los grandes proyectos de infraestructura vial mediante el sistema de concesión.

## **2.2 DELIMITACIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

Teniendo en cuenta que, en materia vial, Colombia y Bolivia son las más atrasadas en Latinoamérica; Colombia con 287 km pavimentados por millón de habitantes; Bolivia, con 340 km; Perú y Ecuador, con 400 km; Chile, 1.100 km; México, 4.450 km (Silva Martínez, 2014). Estos países involucrados en el proceso de globalización donde los mercados económicos se mueven a gran velocidad, requieren contar con una infraestructura adecuada que permita agilidad en el transporte de los productos desde los sitios de producción hasta los lugares de distribución.

En Colombia se han concentrado esfuerzos en conectar los centros de abastecimiento local, y se olvidan las oportunidades que brindan los socios comerciales naturales, de modo que si se quieren aprovechar las oportunidades comerciales -se debe mejorar la actual red vial del país y el acceso a los puertos marítimos-.

La gestión de proyectos de infraestructura vial se convierte en un aspecto a impulsar por parte de los gobiernos en vía de desarrollo, puesto que se debe considerar que es uno de los factores que generan ventaja competitiva para una región. Ante la necesidad de

mejorar la infraestructura vial del País -para cumplir con el reto de la apertura económica, el Gobierno Nacional busca formas alternas de financiación, una de estas fuentes de financiación es el esquema (BOMT iniciales en inglés) que significa construir, operar, mantener y transferir, con el fin de asegurar la ejecución de los proyectos por parte del sector privado, otro mecanismo es el esquema de iniciativa privada y según el Decreto 4533 de 2008, el cual establece los mecanismos para presentar a una entidad estatal una propuesta de un proyecto o una obra pública a través de un contrato de concesión con actividades de diseño, construcción y operación de los proyectos por parte de los proponentes.

Teniendo en cuenta que una de las prioridades a mediano plazo del Gobierno Nacional es dar continuidad a la doble calzada Bogotá - Buenaventura, y a las alternativas de financiación existentes, es necesario integrar esta obra a un proyecto nuevo de concesión, puesto que, al actual concesionario, en cumplimiento de su alcance contractual y de la ingeniería financiera del proyecto, -no es posible adicionar esta obra complementaria-.

Para la estructuración del proyecto, el proponente realiza los estudios y diseños preliminares, con los cuales se elabora el presupuesto de la obra y se proyecta el cronograma de construcción de acuerdo a los rendimientos calculados en los análisis de precios unitarios y a las experiencias en rendimientos en proyectos similares, de esta forma se establece un costo global para la obra y se estima el plazo para la ejecución del proyecto, el cual es presentado a la ANI para su análisis y aprobación del proyecto; que posteriormente se iniciaría con la etapa de pre-construcción que incluye los estudios y diseños a nivel fase III.

Para la estructuración de este tipo de proyectos viales, una de las herramientas fundamentales que pueden hacer que un proyecto sea exitoso, es una adecuada gestión de riesgos; por tanto, en la actualidad muchos proyectos de construcción de infraestructura, -no presentan resultados favorables en cuanto a los costos y plazos proyectados inicialmente, los cuales son generados por una inadecuada planificación y a la falta de análisis de los riesgos previsibles durante su planeación-, los cuales se pueden evitar o controlar si se implementa una acertada gestión de riesgos.

En lo que respecta a este proyecto de construcción, por grandes o pequeños que sean, los riesgos deben ser identificados y analizados con el fin de diseñar las respectivas acciones preventivas, para ser implementadas durante la etapa de construcción. Esta planeación contribuye a disminuir los sobrecostos en la ejecución de la infraestructura vial, deficiencias en la calidad de las obras y posible desequilibrio económico, obviamente se debe tener en cuenta que para este tipo de proyectos se acuerda un valor global fijo para la ejecución de la totalidad de la obra de acuerdo a los diseños aprobados por la

(ANI); de igual forma se controla o se minimiza el riesgo de no cumplir con los plazos establecidos, lo cual generaría sanciones legales e inconvenientes con la comunidad y usuarios de la infraestructura.

La Interventoría del contrato de concesión (vigencia 2006 - 2013), manifiesta que tal como ha ocurrido en algunas de las obras que se han ejecutado en esta concesión, los cronogramas han tenido ampliaciones en plazo y los presupuestos de construcción se han incrementado, al reducir el margen de ganancia del concesionario o producir en algunas intervenciones pérdidas; ya que el riesgo de costos y mayores cantidades de obra son trasladados al concesionario, en cumplimiento de las condiciones del contrato de concesión.

Adicionalmente, según el supervisor del proyecto, se han presentado quejas por parte de los usuarios de la vía por el retraso en la ejecución de algunas obras, o la no atención en el corto plazo de solicitudes de obras adicionales al alcance original del proyecto, lo que ha ocasionado malos comentarios por parte de la prensa tanto para el concesionario como para la ANI.

En cuanto a la planificación del proyecto, las decisiones de carácter gerencial normalmente han estado enmarcadas por parámetros de análisis que se circunscriben principalmente a la evaluación de las condiciones económicas, políticas y sociales con el fin de establecer la viabilidad de iniciar, continuar o ampliar un proyecto de construcción. Sin embargo, es pertinente vincular de manera más dinámica a ese proceso de toma de decisiones el factor del riesgo, es decir la exposición a una pérdida, la cual está sujeta a la incertidumbre de su ocurrencia.

Teniendo en cuenta que durante la ejecución de los proyectos de construcción se han presentado inconvenientes de tipo técnicos, ambientales, sociales, jurídicos, etc., que han ocasionado afectar el normal desarrollo de los proyectos, se formula las siguientes preguntas: ¿De qué forma estos riesgos que se han identificado durante la ejecución de los proyectos viales, y los mismos podrían ser eliminados, controlados o minimizados los efectos negativos que podrían causar en la construcción de la doble calzada la Paila-Calarcá?

Adicionalmente, basado en que la ejecución de las obras que servirán como guía para la identificación de riesgos, dadas las mismas condiciones contractuales, similitud en zona geográfica de localización, similares criterios de diseños ¿Cuáles inconvenientes de los identificados en las obras en construcción podrían ser realmente la base para el planteamiento de un acertado plan de respuesta a los potenciales riesgos que se identifiquen para la nueva obra?



## **2.3 OBJETIVOS**

### **2.3.1 Objetivo General**

En el proyecto de construcción de la doble calzada Calarcá-La Paila, identificar los riesgos potenciales y diseñar un plan de respuestas para que estratégicamente se pueda evitar, transferir o mitigar los riesgos identificados más representativos que puedan generar alteraciones durante la etapa de construcción del proyecto vial; para ser incluidos en los parámetros de diseño en fase III del proyecto.

### **2.3.2 Objetivos Específicos**

- Identificar los riesgos potenciales que se puedan presentar durante el proceso de construcción de infraestructura vial, para la planificación de la construcción del tramo Calarcá-la Paila.
- Priorizar los riesgos principales, de acuerdo a su alta probabilidad de ocurrencia y al impacto negativo que pueda alterar el desarrollo del proyecto.
- Realizar el análisis cualitativo descriptivo a 10 riesgos identificados y priorizados y determinar el impacto que pueden generar dichos riesgos.
- Desarrollar un plan de respuesta para los 10 riesgos analizados descriptivamente, para la planificación del proyecto de construcción de la doble calzada Calarcá-La Paila.

## **2.4 METODOLOGÍA**

Esta investigación es de tipo cualitativo, ya que en el método de recopilación y análisis de la información se combinó la investigación documental y la de campo con las experiencias encontradas en la proyectos similares y en la región; esta recolección de información estuvo orientada a proveer un mayor entendimiento de los significados y de las experiencias presentadas durante la construcción de obras de infraestructura vial, con el fin de profundizar en el tema de estudio y poder cubrir los diferentes ángulos que se presentan en un proyecto, teniendo como meta, describir, comprender e interpretar los fenómenos, a través de lo observado. En ella tuvo gran importancia el enfoque descriptivo, ya que permitió analizar y describir las características de la realidad estudiada con el fin de comprenderla efectivamente, dada la importancia que representa para el país y las regiones el desarrollo de proyectos de infraestructura vial, adicionalmente se presenta como una oportunidad de mejora la identificación de los factores que pueden alterar la planeación inicial para este tipo de proyectos.

Para la materialización de la investigación, inicialmente se realizó la indagación documental en la medida que se hizo necesario consultar el marco teórico, los textos y

documentos de la teoría de gestión de riesgos representativos en este tema. En el caso particular de la gestión de riesgos, se tomó como base el proyecto de Concesión Armenia-Pereira-Manizales (Autopistas del Café), para la etapa de construcción, se indagó y consultó documentación e información suministrada por el concesionario y la interventoría sobre el alcance de esta gestión y su aplicación en la construcción de las obras.

Con base en la revisión documental, información histórica y del conocimiento acumulado en proyectos similares, en la fase de identificación de los riesgos se implementó la técnica de Tormenta de Ideas, para obtener una lista de posibles amenazas que se podrían materializar durante el desarrollo del proyecto.

El medio para complementar la información del proyecto vial, fue a través de entrevistas, que es una de las técnicas de recopilación de información más utilizadas según el PMBOK, con la estrategia semi-estructurada, se consultó a funcionarios de la empresa concesionaria del grupo constructor y a los funcionarios de la Interventoría del proyecto.

Adicionalmente para complementar la etapa de identificación de riesgos presentes en un proyecto de construcción vial, periódicamente hasta tanto se culminó esta etapa, se hizo seguimiento y visitas a las obras en construcción previos a la planificación del proyecto de doble calzada en el tramo La Paila-Calarcá, con el fin de analizar los métodos constructivos, conocer las experiencias del grupo constructor y los inconvenientes que se presentan durante el desarrollo de las actividades.

Para la identificación de riesgos, se registraron los inconvenientes que se han presentado, se están presentando y que se podrían ocurrir en las obras de construcción, adicionalmente se hizo la indagación documental y la entrevista a los funcionarios de las obras en ejecución en la concesión Autopistas del Café, con el fin de establecer sus posibles causas, efectos y posibles soluciones y contingencias a los riesgos identificados.

Para su registro se implementaron las herramientas necesarias para recolectar la información, con el fin de que proporcionen facilidad en la aplicación de métodos, técnicas estadísticas y matemáticas para obtener los resultados.

De igual forma se utilizó la estrategia de analizar los documentos que conforman el contrato de construcción, sus adicciones, cronogramas, alcance, objetivos, ingeniería financiera de recursos, informes de gestión social, ambiental y predial, además se revisó y consultó la información referente a amenazas, vulnerabilidades y riesgos de tipo ambiental, social y predial dentro del área de influencia por donde se proyecta ejecutar las obras de infraestructura vial.

Para determinar y evaluar los riesgos más representativos que pueden afectar el desarrollo del proyecto de construcción vial, se utilizó la guía de fundamentos para la dirección de proyectos PMBOK, que contiene las técnicas de evaluación que se ajustó a las condiciones del proyecto y a los alcances de la investigación, con el fin de implementarlo en el análisis cualitativo de los riesgos identificados para realizar el análisis descriptivo a 10 riesgos que presentan mayor impacto negativo en el desarrollo de la obra.

Para realizar el análisis cualitativo y determinar la probabilidad de ocurrencia del riesgo y el impacto que tendrá sobre los objetivos del proyecto, entendidos como costos, tiempo, calidad y alcance; la matriz propuesta para el presente estudio, está basada en la matriz sugerida por la PMBOK (2008), que especifica las combinaciones de probabilidad e impacto que llevan a calificar los riesgos con una severidad baja, media o alta.

Con base en la evaluación cualitativa de los riesgos identificados, para el presente estudio, se priorizan las amenazas, en orden numérico que cuentan con las mayores calificaciones y con severidad alta.

Para el análisis descriptivo en general, que consiste en describir las tendencias claves en los datos existentes y observar las situaciones que conduzcan a nuevos hechos; su objetivo consiste en llegar a conocer las situaciones, costumbres y actitudes predominantes a través de la descripción exacta de las actividades, objetos, procesos y personas.

En el caso particular de este estudio, la investigación descriptiva según (Rojas Cairampoma, 2015), es observacional, exploratoria, no experimental, exhibe el conocimiento de la realidad tal como se presenta en una situación de espacio y de tiempo dado. Por tanto, este método se basa en una o varias preguntas de investigación y no tiene una hipótesis, estas preguntas de rigor son: ¿Qué es?, ¿Cómo es?, ¿Dónde está?, ¿Cuándo ocurre?, ¿Cuántos individuos o casos se observan?, ¿Cuáles se observan? Según (Krause M. 1995) las técnicas de recolección de datos más utilizadas de acuerdo para una investigación descriptiva son:

- La observación, con mayor o menor participación del observador (en el extremo de menor participación estaría la observación a través de un espejo de visión unilateral; en el extremo de mayor participación, la investigación-acción).
- Las entrevistas (narrativas, semi-estructuradas con temas predefinidos, o focalizadas en alguna problemática específica; individuales o grupales). En términos generales las entrevistas no presentan una estructura estándar sino se manejan en forma flexible, que se asemeje en lo posible a una situación de la vida cotidiana (p. 30)

- La revisión de documentos, tales como cartas, artículos de diarios, biografías, libros, etc.

Para desarrollar un plan de respuesta a los 10 riesgos más representativos de acuerdo al análisis cualitativo y descriptivo en la construcción de la doble calzada Calarcá-La Paila, la guía de los Fundamentos para la Dirección de proyectos (PMBOK), establece cuatro estrategias para la atención de los riesgos, que, en este caso de estudio, puedan generar impactos negativos sobre los objetivos del proyecto; estas estrategias son: evitar, transferir, mitigar y aceptar; una vez definida la estrategia o estrategias por implementar, que controlen el impacto del riesgo analizado, se recomiendan las medidas o acciones a desarrollar que sean confiables y satisfactorias para el cumplimiento del objetivo del proyecto, estableciendo el responsable de su implementación.

El desarrollo de este estudio, se basó en la metodología de gestión propuesta por el PMI de acuerdo la guía de los fundamentos de la dirección de proyectos (guía del PMBOK, cuarta edición).

En resumen, las fases de la investigación fueron:

- Revisión bibliográfica en gestión de riesgos, normatividad, y políticas de gestión.
- Revisión de la documentación del contrato de Concesión Autopistas del café, como pliegos de condiciones, documentos contractuales, informes técnicos e informes de gestión.
- Seguimiento periódico en campo de los frentes de obra complementarias en construcción del contrato de concesión Autopistas del café, el cual se encuentra en etapa de operación. Dicho seguimiento al desarrollo del proceso constructivo, sirvió como apoyo para analizar los inconvenientes presentados y poderlos registrar como posibles riesgos identificados para el nuevo proyecto de construcción.
- Revisión y análisis del trazado y estudios preliminares del proyecto de construcción de la doble calzada Calarcá-La Paila.
- Entrevistas a funcionarios del proyecto de concesión, Interventoría y contratistas, para identificar los riesgos, establecer las posibles causas, efectos y consecuencias de los inconvenientes presentados o potenciales dificultades durante el proceso constructivo.
- Entrevista y concepto de expertos acerca de las posibles causas de las variaciones.
- Revisión y análisis de la documentación referente a amenazas, vulnerabilidades y riesgos por donde se tiene proyectado el trazado preliminar.

- Ejecución de la evaluación cualitativa de los riesgos identificados y análisis descriptivo de 10 riesgos que pueden presentar mayor impacto negativo en el desarrollo del proyecto.
- Establecer las acciones a desarrollar para evitar, mitigar, transferir o aceptar el riesgo a los 10 analizados descriptivamente.

## 2.5 MARCO TEÓRICO

El concepto de riesgo se hizo popular en la economía durante la década de 1920. Desde entonces, se ha utilizado con éxito en las teorías de la toma de decisiones en la economía, las finanzas y la ciencia de la decisión (Ngai & Wat, 2005). Riesgo tiene un significado diferente para distintas personas, es decir, el concepto de riesgo varía de acuerdo con el punto de vista, actitudes y experiencia. Ingenieros, diseñadores y contratistas ven el riesgo desde la perspectiva tecnológica, los prestamistas y los desarrolladores tienden a verlo desde el punto de vista económico y financiero (Baloi & Price, (2003) citado por (karimiazari, Mousavi, Mousavi, & Hosseini, 2011)

En cuanto a la implementación de gestión de riesgos en este tipo de proyectos, la industria de la construcción se enfrenta a diversas incertidumbres inherentes a los inconvenientes presentados durante el desarrollo de los proyectos, ya que esta industria está invadida de riesgos, por tal motivo la gestión de riesgos es una parte importante en el proceso de gestión de proyectos y el cual es necesario para la toma de acertadas decisiones. Normalmente la visión tradicional del riesgo es negativa, lo que representa pérdida, peligro, daño con consecuencias adversas, sin embargo, algunos factores de riesgo y condiciones actuales permiten la posibilidad de riesgos que afecten positivamente el desarrollo de un proyecto o puede ser una oportunidad de obtener beneficios en la consecución de objetivos.

Rafael Izquierdo y José Manuel Vassallo (2004) definen los riesgos en concesiones como “[...] aquellos factores que hacen que los principales elementos que condicionan el equilibrio económico financiero de la concesión no estén determinados desde un principio [...]” (p.259). Las concesiones se encuentran necesariamente sometidas a importantes riesgos que no pueden eliminarse, sino repartirse de la manera más adecuada como medida de contingencia para controlar los desequilibrios financieros, impactos socio-ambientales, inconvenientes técnicos, etc., de igual forma los riesgos son soportados por las empresas que mayor tengan capacidad para controlarlos.

Existen proyectos de todo tipo, las posibilidades son casi infinitas, lo que hace de la gestión de proyectos una disciplina casi universal, pero, con una salvedad, esta universalidad depende de la visión de proyecto en uso. Esto ha llevado a que diversos

organismos ofrezcan visiones distintas de lo que se entiende por gestión de proyectos, Asociación Española de Ingeniería de Proyectos (AEIPRO), Asociación Francophone de Management de Project (AFITEP), International Project management association (IPMA) y el Project Management Institute (PMI). Estas asociaciones han desarrollado metodologías de gestión diferentes basadas en los principios y lineamientos que cada una considera pertinentes para una adecuada Gestión de Proyectos.

Las bases teóricas sobre las que reposa esta propuesta de investigación son las planteadas por el PMI, el cual es un organismo internacional orientado a la difusión y determinación de las mejores prácticas de gestión de proyectos. En este afán, se producen documentos que describen las prácticas generalmente aceptadas de la Gestión de Proyectos. Un documento importante de los publicados en la actualidad por el PMI es la guía de los Fundamentos para la Dirección de proyectos (Guía del PMBOK). 4 ed.

El objetivo principal de la Guía PMBOK es definir un subconjunto de buenas prácticas comúnmente aceptadas, entendiendo por tales que hay un acuerdo generalizado en que la correcta aplicación de estas habilidades, herramientas y técnicas pueden mejorar las posibilidades de éxito. Según PMI las buenas prácticas no significan que el conocimiento descrito sea aplicado uniformemente a todos los proyectos, sino que el equipo del proyecto es responsable de determinar qué es lo apropiado para su proyecto.

Tales prácticas han sido compiladas y mejoradas durante los últimos veinte años gracias al esfuerzo de profesionales y académicos de diversos ámbitos. La importancia del PMBOK, por sobre toda compilación y mejora de prácticas, es que provee una base formal para fundar proyectos, que guían y orientan a gestores sobre la forma de conducir la construcción de resultados. Esto, por supuesto, requiere la adaptación de los contenidos del PMBOK al dominio técnico de este proyecto en particular, en el cual para tal fin se abordará la Gestión de los Riesgos del Proyecto que es una de las 9 áreas del conocimiento del PMI, donde se describen los procesos involucrados en la identificación, análisis y control de los riesgos, desde la planificación, al realizar los análisis cualitativos y cuantitativos de los riesgos identificados para planificar las medidas de su control y seguimiento.

Como referencia contractual se toma como base el contrato de concesión vigente que en la actualidad y hasta febrero de 2027, está operando el tramo en calzada sencilla desde La Paila hasta Calarcá; el INVIAS y el Concesionario Autopistas del Café, suscribieron el contrato No. 0113 de 1997<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> El objeto del contrato 0113 de 1997 es: realizar por el sistema de concesión los estudios y diseños definitivos, las obras de rehabilitación y de construcción, la operación y el mantenimiento y la prestación de los servicios del proyecto vial Armenia – Pereira – Manizales.



Dicho contrato está regido según lo establecido en el Artículo 32, numeral 4 de la Ley 80 de 1993, la cual indica que otorga:

[...] la construcción, explotación o conservación total o parcial, de una obra o bien destinados al servicio o uso público, así como todas aquellas actividades necesarias para la adecuada prestación o funcionamiento de la obra o servicio por cuenta y riesgo del concesionario y bajo la vigilancia y control de la entidad concedente [...].

Generalmente en los contratos estatales para este tipo de obras, y en este caso nos referimos al contrato vigente, se indica que las obligaciones son por cuenta y riesgo del contratista, entre las que se destacan para la etapa de construcción; realizar el diseño definitivo del proyecto vial, estudios ambientales, gestión para adquisición de predios, construcción de las obras requeridas; adicionalmente, el contratista es el único responsable por la vinculación de personal, la celebración de subcontratos, la puesta en sitio de la maquinaria y equipos indispensables para ejecutar la obra y la adquisición de materiales. En consecuencia, se indica que no se consideraran como obras complementarias las mayores cantidades de obra derivadas del cumplimiento del alcance básico y adicional del contrato, las cuales son por cuenta y riesgo del contratista.

El ICONTEC, establece la NTC-5254 Gestión de riesgo (2004), como alcance: proporcionar una guía genérica, la cual se puede aplicar en diversas actividades, decisiones u operaciones de cualquier empresa pública o privada, en cuyos objetivos se pueden destacar el logro; de mejor identificación de las oportunidades y amenazas, de ganar valor a partir de la incertidumbre y la variabilidad, de asignación y uso de los recursos más eficientemente, de mejorar la gestión de incidentes y la reducción en las pérdidas y el costo del riesgo. Gerenciar el riesgo es la secuencia de pasos bien definidos a través de un proceso que ayudan a la toma de decisiones a la hora de enfrentar el impacto de un riesgo, de igual forma la NTC-5254 ayuda a mejorar el funcionamiento de seguridad, calidad y negocios de cualquier tipo de compañía.

Por otro lado, mediante decretos para la administración pública, el Estado colombiano ha ordenado la práctica de la gestión del riesgo por medio del decreto 1537 de 2001, en donde cita:

[...] todas las entidades de la administración pública deben contar con una política de administración del riesgo tendiente a darles un manejo adecuado a los riesgos, con el fin de lograr de la manera más eficiente el cumplimiento de sus objetivos y estar preparados para enfrentar cualquier contingencia que se pueda presentar.

La NTC-5254, es otra norma para la gestión del riesgo, y en el cual se fundamentó el documento Guía de Administración del Riesgo elaborada por el Depto. Administrativo de la Función Pública, el objetivo de la norma es: “[...] ofrece unos requisitos generales para el establecimiento e implementación del proceso de gestión del riesgo, que involucra la determinación del contexto y la identificación, análisis, evaluación, tratamiento, comunicación y monitoreo regular de los riesgos.

Así mismo la norma ofrece una guía de los requisitos de la gestión del riesgo, panorama, procesos y la documentación para la implementación de la NTC.

Adicionalmente, de manera normativa las propuestas de construcción de este tipo de obras, están enmarcadas el numeral 23.3 del artículo 23 del Decreto 1467 de 2012, el cual indica que, en la etapa de factibilidad, el originador del proyecto debe presentar la información de riesgos con el siguiente alcance y contenido:

[...] 23.3.1 Tipificación, estimación y asignación definitiva de los riesgos del proyecto de acuerdo con los criterios establecidos en la Ley 80 de 1993, la Ley 448 de 1998, la Ley 1150 de 2007, los Documentos CONPES y las normas que regulen la materia. 23.3.2 Análisis de amenazas y vulnerabilidad para identificar condiciones de riesgo de desastre, de acuerdo con la naturaleza del proyecto, en los términos del presente Decreto [...].

Más adelante en el decreto referido, en el capítulo VII (artículos 35 a 37) se definen las responsabilidades de tipificar, estimar y asignar riesgos<sup>2</sup>, la metodología de estimación de obligaciones contingentes del Ministerio de Hacienda y Crédito Público (MHCP)<sup>3</sup>, el procedimiento de aprobación de obligaciones contingentes de las entidades estatales<sup>4</sup>.

Las obligaciones anotadas se enmarcan en un proceso que ha venido desarrollando el gobierno nacional desde 1998 para involucrar en la contabilidad fiscal el concepto de

---

<sup>2</sup> “[...] Artículo 35. Tipificación, estimación y asignación de riesgos. La entidad estatal competente es la responsable de la tipificación, estimación y asignación de los riesgos que se puedan generar en los proyectos de Asociación Público Privada. En el proceso de tipificación, estimación y asignación de los riesgos, las entidades deben realizar el análisis de acuerdo con los criterios establecidos en la Ley y demás normas que regulen la materia [...]”.

<sup>3</sup> “[...] Artículo 36. De las metodologías de estimación de obligaciones contingentes. La Dirección General de Crédito Público y Tesoro Nacional del Ministerio de Hacienda y Crédito Público expedirá las metodologías aplicables a los proyectos para estimar el valor de las obligaciones contingentes que en ellos se estipulen. Si no existen metodologías de valoración desarrolladas por el Ministerio de Hacienda y Crédito Público, la entidad estatal competente deberá diseñar sus propias metodologías y someterlas para aprobación de dicho Ministerio [...]”.

<sup>4</sup> “[...] Artículo 37. Procedimiento de aprobación de la valoración de obligaciones contingentes de las entidades estatales. La entidad estatal competente deberá solicitar ante la Dirección General de Crédito Público y Tesoro Nacional del Ministerio de Hacienda y Crédito Público la aprobación de la valoración de obligaciones contingentes, anexando a la solicitud de aprobación los documentos necesarios de conformidad con la Ley 448 de 1998 y su Decreto reglamentario, para lo cual el Ministerio de Hacienda y Crédito Público publicará en su página de internet la lista de documentación requerida [...]”.



pasivos contingentes, obligaciones que dependen de la ocurrencia de eventos futuros e inciertos. La historia de ese proceso y su estado, la consolida el Ministerio de Hacienda y Crédito Público (MHCP) en el documento *Obligaciones Contingentes – Metodologías del Caso Colombiano*.

En la figura 1, se muestra el esquema propuesto por el documento CONPES 3714 para “[...] realizar la distribución de los Riesgos Previsibles en los Contratos Estatales, la cual incluye el ejercicio de tipificación, estimación y asignación de riesgos [...]”.

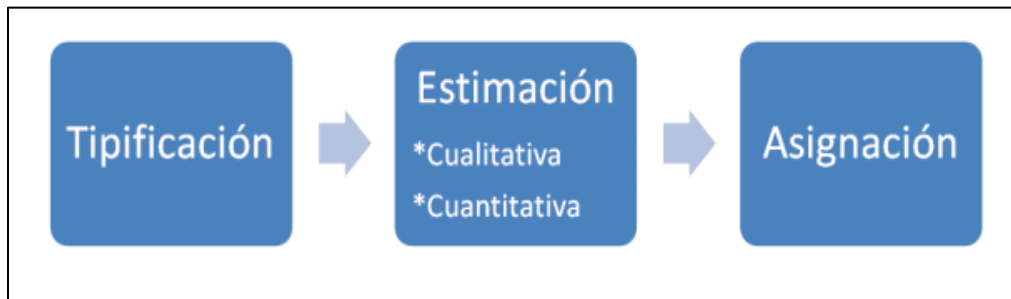


Figura 1. Esquema de actividades para distribución de riesgos previsibles  
 Fuente: (CONPES 3714, p. 19)

El modelo CONPES es ampliado por el MHCP tal como se aprecia en la Imagen 2 para incluir la estrategia de respuesta a cada riesgo identificado. En este documento se sigue la metodología de acuerdo con el modelo de análisis adoptado por la ANI en la matriz incluida en el documento Matriz de riesgos propuesta para concesiones 4G.

ETAPA	ALCANCE	INSTRUMENTO PARA LA TOMA DE DECISIONES
<b>I</b> CONTEXTUALIZACIÓN	Verificar el cumplimiento de las disposiciones básicas en la etapa de planeación y precontractual del proyecto que justifiquen la evaluación de los riesgos y obligaciones contingentes.	PARÁMETROS DE BUENAS PRÁCTICAS PARA LA CONTRATACIÓN
<b>II</b> IDENTIFICACIÓN-PREASIGNACIÓN	Determinar cuáles son los factores de amenaza más importantes en la unidad de análisis.	MATRIZ O MAPA DE RIESGO
<b>III</b> EVALUACIÓN - CUALIFICACIÓN	Valoración cualitativa y transferencia contractual de los riesgos.	MAPAS DE RIESGO
<b>IV</b> VALORACIÓN	Estimar la probabilidad y el nivel de impacto de los riesgos que han sido cualificados y que por su materialidad requieran una valoración cuantitativa.	MODELOS PARAMÉTRICOS O DE SIMULACIÓN
<b>V</b> MITIGACIÓN	Toma de decisiones frente al manejo óptimo de los riesgos.	PLIEGOS/ CONTRATOS/ FONDO DE PASIVOS

Figura 2. Definición de etapas e instrumentos del proceso de gestión del riesgo contractual.  
 Fuente: (Ministerio de Hacienda y Crédito Público , 2011, p. 19)

Con relación a las metodologías disponibles para realizar los estudios anotados, se tienen los siguientes documentos<sup>5</sup>:

- Departamento Nacional de Planeación-Consejo Nacional de Política Económica y Social: Política de Manejo de Riesgo Contractual del Estado para Procesos de Participación Privada en Infraestructura CONPES 3107. Bogotá: abril de 2001.
- Departamento Nacional de Planeación-Consejo Nacional de Política Económica y Social: Modificaciones a la política de manejo de riesgo contractual del estado para procesos de participación privada en infraestructura establecida en el documento CONPES 3107 de abril de 2001 CONPES 3133: Bogotá: septiembre de 2001.
- Departamento Nacional de Planeación-Consejo Nacional de Política Económica y Social: Del riesgo previsible en el marco de la política de contratación pública Documento CONPES 3714. Bogotá: diciembre de 2011.
- Ministerio de Hacienda y Crédito Público: Metodología valoración y seguimiento de riesgos en contratos estatales. Bogotá: 2011.
- Ministerio de Hacienda y Crédito Público: Obligaciones Contingentes: Metodologías del Caso Colombiano. Bogotá D.C.: diciembre de 2012.
- Agencia Nacional de Infraestructura: Matriz de riesgos propuesta para concesiones 4G. Bogotá: agosto de 2013 (formato MS Excel).
- Agencia Nacional de Infraestructura: 130802 - Matrices IP.xlsx. Bogotá: septiembre de 2013 (formato MS Excel).
- Agencia Nacional de Infraestructura: Resumen Paneles.xlsx. Bogotá: septiembre de 2013 (formato MS Excel)

De lo anotado, se deduce que la información de riesgo requerida en el numeral 23.3 del Decreto 1467 de 2012 requiere dos tipos de estudios, que, si bien son relacionados, tienen metodologías y fines diferentes.

El primero se refiere a los riesgos previsible según la definición del documento CONPES-3714: los cuales son todas aquellas circunstancias que, de presentarse durante el desarrollo y ejecución del contrato, tienen la potencialidad de alterar el equilibrio financiero del mismo, siempre que sean identificables y cuantificables en condiciones normales y especificado con más detalle por el documento CONPES-3760:

[...] El concepto de riesgo, de forma general, es la probabilidad de observar una desviación, positiva o negativa, en el comportamiento de una variable respecto de los posibles resultados esperados. Dentro del desarrollo de este programa de

---

<sup>5</sup> No obstante, en el numeral 6 de la sección VII del documento CONPES 3760 se recomienda “[...] Solicitar a la Agencia Nacional de Infraestructura en coordinación con el Ministerio de Hacienda y Crédito Público, la realización de un estudio que evalúe la metodología de valoración de obligaciones contingentes, donde se analicen las metodologías que se deben incorporar para el análisis integral de un programa de APP, de ser necesarias. [...]”

concesiones viales de cuarta generación, los riesgos se entenderán como la probabilidad de ocurrencia y el posible impacto de diferentes eventos, que pueden materializarse durante la ejecución de los proyectos, que afecten los flujos de costos y de ingresos [...] (p.48).

Orientado a los fines de identificar y valorar aquellos aspectos contingentes que requieren asignación de responsabilidades para su gestión y asunción en el contexto de una negociación contractual entre el Estado y un agente privado.

El segundo estudio, de carácter técnico, está dirigido a establecer la exposición que tiene la infraestructura a la ocurrencia de desastres de origen natural. En la Ley 1523 de 2012 en su artículo 42 se indica que

[...] Todos los proyectos de inversión pública que tengan incidencia en el territorio, bien sea a nivel nacional, departamental, distrital o municipal, deben incorporar apropiadamente un análisis de riesgo de desastres cuyo nivel de detalle estará definido en función de la complejidad y naturaleza del proyecto en cuestión [...].

El presente documento corresponde al estudio en los temas que se refieren a la estructuración técnica y operativa del proyecto con base en las directrices ya referenciadas del CONPES, Congreso de la República, del Ministerio de Hacienda y Crédito Público y que desarrolla a un mayor grado de detalle el ejercicio análisis de riesgo dentro de los documentos de prefactibilidad.

## **2.6 MARCO DE ANTECEDENTES**

En Europa, se encontraron investigaciones publicadas como la hecha por: Chan & kumaraswamy (1997): A comparative study of causes of time overruns in Hong Kong construction Project, en donde a partir de la técnica de la encuesta identifican 5 principales y comunes factores generadores de retrasos en los proyectos de construcción, tales como una pobre supervisión, imprevistos en las condiciones del terreno, baja velocidad de toma de decisiones, variaciones inducidas por los clientes y variaciones necesarias ocasionadas por la ejecución del proyecto.

En otra publicación realizada por Chan, Chan, Lam, Yeung, & J., (2011): Risk ranking and analysis in target cost contracts: Empirical evidence from the construction industry, identifican que los principales factores de riesgo son importantes en la gestión de los contratos de construcción, de igual forma esta investigación es una guía para los constructores en el conocimiento y comprensión de los factores de alto riesgo con el fin implementar las medidas de prevención y mitigación. Adicionalmente en su artículo

presenta una guía metodológica para desarrollar un adecuado análisis de riesgos en la industria de la construcción.

En el artículo elaborado por: Miller & Lessard, (2001): Understanding and managing risks in large engineering projects, se propone un proceso para abordar la variedad de riesgos identificados en los proyectos de ingeniería de larga duración. En el estudio se agrupan los riesgos en 3 grandes bloques, los relacionados con el mercado, los relacionados con los temas técnicos y operativos, y los relacionados con las instituciones y la sociedad.

También, Wango & Huang, (2006): The relationships between key stakeholders' project performance and project success: Perception of Chinese construction supervising engineers, en el cual, a través de un cuestionario aplicado a ingenieros directores de proyectos de construcción, se determina como ellos evalúan el éxito en este tipo de proyectos y como este éxito está relacionado con el desempeño de los stakeholders. El estudio indica que el dueño del proyecto es quien juega el rol más importante, en la búsqueda del éxito.

En el trabajo de grado de (El-Amm, 2003): Risk Management in toll road concessions. Tesis de Master of Science in Civil Engineering, se indica un proceso para gestionar los riesgos en los proyectos de concesión vial conformado por la identificación de los riesgos, análisis de los riesgos enfocado en la cuantificación del riesgo en la evaluación del proyecto y la investigación de las estrategias de mitigación que son relevantes para una o varias categorías de riesgos. Adicionalmente presenta dos estudios de caso donde se aplican estas metodologías para la gestión de riesgos.

Otro trabajo de grado realizado por Shingore, (2009): Organizational and Risk Characteristics of Emerging Public-Private Partnership Models, se buscó identificar la estructura organizativa, la naturaleza de los participantes claves y las características del riesgo en los proyectos de infraestructura desarrollados y gestionados a partir del modelo public-private partnership (PPP).

Los Arquitectos Abdou, Alzarooni, & Lewis, (2004): Modelling risk for construction cost estimating and forecasting: a review, indican que la estimación de costos de construcción es considerada una de las tareas más esenciales en la elaboración del presupuesto de cualquier ciclo de vida del proyecto, sin embargo, se lleva a cabo bajo condiciones de incertidumbre, ya que los métodos tradicionales de estimación de costos no son suficientes para la toma de decisiones en las etapas de factibilidad, lo que hace que la gestión de riesgos sea un factor importante en la toma de decisiones dentro del proceso de gestión de proyectos.

La publicación de karimiazari, Mousavi, Mousavi, & Hosseini, (2011): Risk assessment model selection in construction industry. En: Expert systems with applications, indica que la evaluación de riesgos es el procedimiento fundamental de la gestión del riesgo, sin embargo, no se ha prestado mayor atención a la selección del modelo adecuado. Para tal fin, los investigadores proponen utilizar el método TOPSIS que proporcionan un proceso racional y sistemático para desarrollar el mejor modelo en cada uno de los criterios para el análisis de los riesgos en los proyectos de infraestructura.

En la publicación de Öztas & Ökmen, (2004): Risk analysis in fixed-price design–build construction projects, se analiza el sistema de contratación, siendo el contratista el responsable por los diseños y la construcción de los proyectos, de igual forma, hacen una revisión bibliográfica sobre los temas de riesgo, para proponer un modelo de análisis de riesgos para la gestión de proyectos. Mediante un estudio de caso pretenden demostrar su aplicabilidad en la programación y en la estimación de costos en un proyecto de construcción.

En el primer Congreso Iberoamericano de Ingeniería de Proyectos, realizado en la Universidad Antofagasta, Chile (2010), los autores, García, Rodríguez, & Hruskovic, (2010), presentan su trabajo de investigación titulado: Gestión de riesgos en proyectos de construcción, en el que proponen una metodología sistemática de administración de riesgos a través de la selección y modificación de algunas técnicas y métodos disponibles para llevar a cabo las diferentes etapas que componen la administración de riesgos.

La empresa aseguradora MAPFRE de origen español y con presencia internacional, en su: Manual sobre riesgos en la construcción, daños a la obra y pérdida de beneficios anticipada (ALOP), especifica que, dadas las características de las obras de construcción, para poder realizar un análisis de identificación y evaluación de los posibles factores de riesgo es necesario conocer tanto la naturaleza y funciones de los diferentes agentes implicados en todo el proceso constructivo. En este documento se hace una descripción de los diferentes riesgos que se pueden presentar en los diferentes procesos constructivos. De igual forma en su estudio técnico titulado: Riesgo y seguro en la construcción de infraestructuras civiles, sirve como herramienta práctica de consulta para los diferentes agentes técnicos implicados en el proceso de aseguramiento de las obras de construcción de infraestructuras civiles.

En Uruguay la Oficina Internacional del Trabajo (OIT), publica el libro de Francisco Pucci (2004) titulado: Aprendizaje organizacional y formación profesional para la gestión del riesgo, que recoge la investigación de su tesis doctoral, y aborda los problemas del aprendizaje organizacional y la formación profesional para la gestión del riesgo. De igual forma este texto se ha transformado en uno de los referentes para los investigadores en el tema.

En Colombia, las investigaciones relacionadas con el mejoramiento de la disciplina de la gestión de proyectos son mínimas. Actualmente en Colciencias se registran escasos grupos de investigación relacionados con la materia, se destacan el grupo denominado: Gestión y evaluación de programas y proyectos de la Universidad del Valle, el denominado: Gerencia de Proyectos de Ingeniería, de la Universidad de los Andes y el denominado Productividad, Proyectos, Operaciones y Calidad (PRODCAL) de la Universidad Sergio Arboleda.

En la revista e-Mercatoria de la universidad Externado de Colombia, Maximiliano Rodríguez Fernández en su artículo titulado: La problemática del riesgo en los proyectos de infraestructura y en los contratos internacionales de construcción (2007), hace una descripción de los diferentes factores de riesgos que afectan el normal desarrollo de un proyecto de construcción, como: factores económicos, técnicos, ambientales, sociales, políticos, etc.

En la universidad para la Cooperación Internacional (UCI) de San José de Costa Rica, para optar por el título de máster en Administración de Proyectos, Mariana de Los Ríos Musso desarrolló el proyecto titulado Plan de gestión de riesgos para la construcción del túnel de conducción superior en el proyecto hidroeléctrico el Diquís del Instituto Costarricense de Electricidad (2009), el cual presenta el diseño del plan de gestión de riesgo para la construcción del túnel del proyecto hidroeléctrico, para su implementación durante la construcción del proyecto.

El trabajo de grado de Naderi, (2008): Fuzzy logic application in risk analysis of construction management, se examinan algunos modelos y métodos en la literatura de ingeniería y construcción, haciendo una contribución con el desarrollo de un método de análisis de riesgo cuantitativo para la gestión de proyectos.

En la universidad de los Andes de Bogotá, Moncluo Rodríguez, (2005), realizó un trabajo de investigación relacionado con el proyecto de concesión en estudio titulado Evaluación del impacto socioeconómico de la concesión vial Armenia – Pereira – Manizales (2005), en donde se cuantifica el impacto que tiene la concesión en tres actores principales: Gobierno, concesionario usuarios, se indica qué tanto se han beneficiado o perjudicado estos actores y concluye qué tan benéfica ha sido la concesión de la obra, en este caso teniendo en cuenta los factores que han impactado durante las etapas de construcción de la infraestructura vial.

Como se puede observar todas estas investigaciones abordan el problema desde diferentes perspectivas, en este estudio se aborda el tema de estructuración de proyectos de infraestructura vial en Colombia, desde el enfoque de la aplicación de la gestión de riesgos, dentro del marco de las ciencias técnicas y administrativas con el fin de resolver



la inquietud central de esta investigación, la cual se fundamenta en el siguiente interrogante: Teniendo en cuenta que durante la ejecución de los proyectos de construcción que hacen parte del alcance del contrato de concesión de referencia, se han presentado inconvenientes de tipo técnicos, ambientales, sociales, jurídicos, etc., que han ocasionado alteraciones en el normal desarrollo de los proyectos, ¿De qué forma estos riesgos que se han identificado durante la ejecución de los proyectos viales, podrían ser eliminados, controlados o minimizados los efectos negativos que podrían causar en la construcción un proyecto vial y ¿cuáles inconvenientes de los identificados en las obras en construcción podrían ser realmente la base para el planteamiento de un acertado plan de respuesta a los potenciales riesgos que se identifiquen para la nueva obra?

## **2.7 PROYECTO CONSTRUCCIÓN DOBLE CALZADA LA PAILA-CALARCÁ**

Este apartado se divide en varios momentos, como la localización y descripción del proyecto y los tramos intervenidos.

### **2.7.1 Localización y descripción del proyecto**

El corredor vial La Paila-Calarcá inicia su recorrido en la intersección de las rutas nacionales 25 y 40 ubicada un kilómetro al norte de la cabecera del corregimiento de La Paila del municipio de Zarzal en el departamento Valle del Cauca y finaliza en la entrada de la cabecera municipal de Calarcá en el departamento del Quindío.

El grupo ODINSA, en virtud de la Ley 1508 de 2012, presentó (ANI-2013) una propuesta de Asociación Público Privada (APP) a nivel de prefactibilidad para diseñar, construir, operar y mantener la infraestructura vial del corredor La Paila-Calarcá-Cajamarca en los departamentos de Valle del Cauca, Quindío y Tolima, denominada “Ruta del Privilegio”.

El trazado del proyecto de La Paila-Calarcá, comprende los siguientes tramos: segunda calzada La Paila-El Alambrado en una longitud de 25,3 km; par vial El Alambrado-La Herradura en una longitud de 6 km; doble calzada La Herradura-El Edén-Barcelona en una longitud de 13,6 km; doble calzada acceso Aeropuerto El Edén-La Tebaida-Zona Franca con longitud de 3,25 km; segunda calzada Barcelona-La Española con longitud de 5,3 km; doble calzada La Española-Calarcá con longitud de 11,5 km. Figura 3 se observa la localización general de los tramos de estudio.

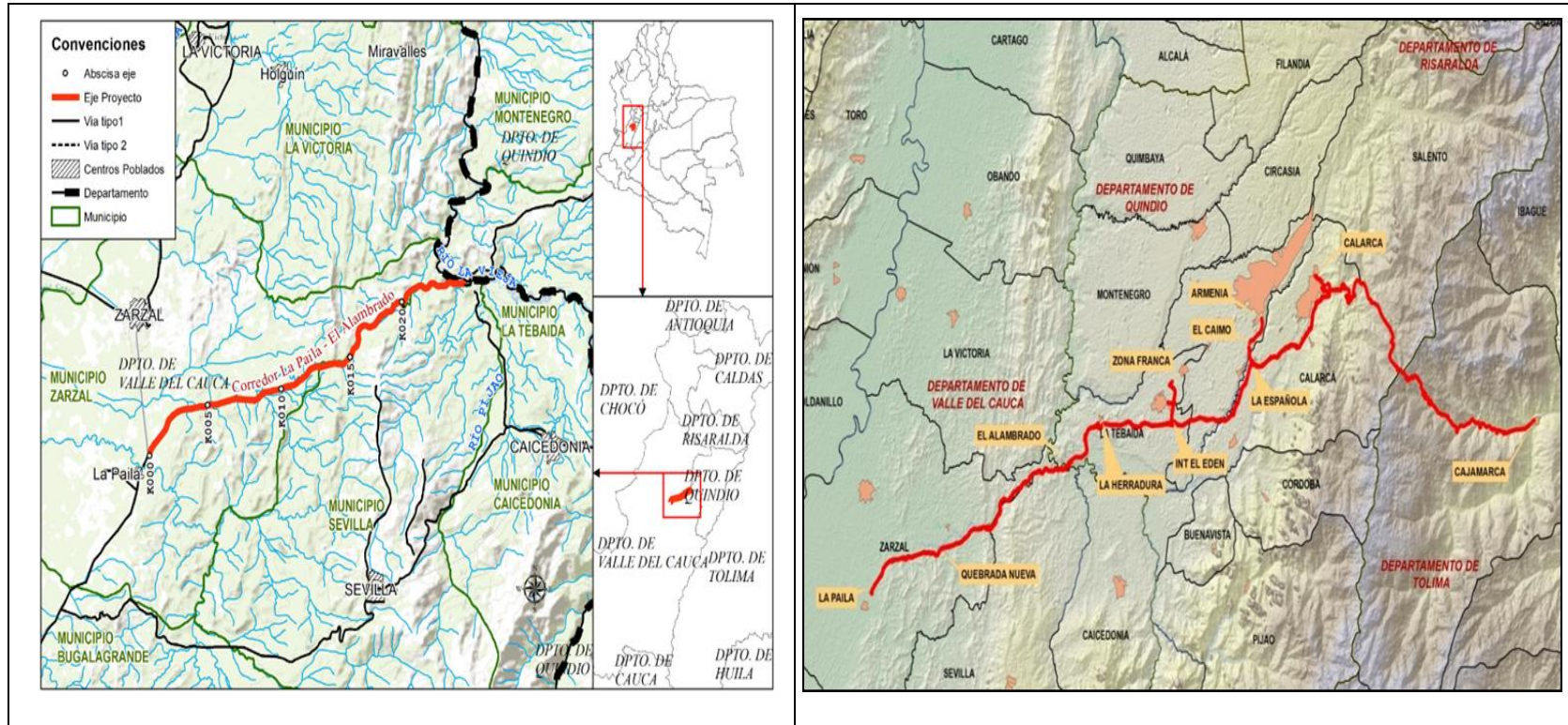


Figura 3. Localización general del proyecto y su identificación por tramos  
 Fuente: ODINSA, informe prefactibilidad



## 2.7.2 Descripciones de los tramos a intervenir

En la siguiente tabla se presenta una descripción de cada uno de los tramos que son intervenidos.

*Tabla 1. Descripciones de los tramos a intervenir*

<b>Tramo</b>	<b>Descripción</b>
Segunda calzada La Paila – El Alambrado	En este sector se proyecta la construcción de una segunda calzada adosada a la calzada existente en una longitud de 25,3 km que finalizará con la construcción de una intersección que garantiza la interconectividad entre con el sector de La Herradura, Caicedonia y La Paila. De igual manera como obra relevante dentro de este tramo y según el trazado proyectado, se requiere en el sector de Quebrada Nueva, la construcción de dos túneles cortos en las abscisas K14+080 y K14+830 con longitudes de 430m y 110m respectivamente y un paso inferior localizado en la abscisa K22+010 con longitud de 280m.
Par Vial Alambrado – La Herradura	Este tramo de vía se encuentra localizado en el municipio de La Tebaida al sur occidente del departamento del Quindío y consiste en la construcción de un par vial entre el punto conocido como en El Alambrado cercano al río La Vieja (K25+530) y La Herradura (K31+530) sobre la ruta 40. La longitud de este tramo es de 6 km. Como obras importantes se proyecta un paso inferior de la calzada existente en el K27+345 de longitud 90m y al final del tramo se proyecta la construcción de una intersección a nivel para integrar la ruta 40 con el nuevo corredor.
Doble Calzada La Herradura – Barcelona	Este tramo comprende la construcción de una doble calzada entre el sector de La Herradura (K31+530) en el suroccidente del departamento del Quindío y la intersección con la vía que desde el sitio conocido como Barcelona conduce a La Española (K45+091) perteneciente al municipio de Calarcá. Como obras importantes a desarrollar en este sector, se considera la construcción de una intersección a desnivel hacia la Zona Franca y aeropuerto El Edén en el municipio de La Tebaida (K38+900) y el cruce sobre el río Quindío, mediante la construcción de un viaducto en K44+300 con longitud aproximada de 290m.
Conectate Aeropuerto El Edén – Zona Franca	Esta vía completamente nueva se proyecta en doble calzada iniciando en la abscisa K38+900 del corredor principal La Herradura-Barcelona y terminando en la intersección con la ruta 40 a la altura de la Zona Franca en el municipio de la Tebaida. La longitud total de este tramo es de 3,2 Km.
Segunda Calzada Barcelona – La Española	Este corredor da continuidad a la doble calzada La Paila-Herradura-Barcelona e inicia inmediatamente después del cruce sobre el río Quindío (K45+091), continuando sobre la vía actual Barcelona-La Española (K50+392) en el municipio de Calarcá, con una longitud total de 5,3 Km. Como obras importantes proyectadas en este tramo se consideran las intersecciones a desnivel en el K45+780 y el K49+800 con la vía actual Barcelona-La Española y la glorieta de integración hacia El Caimo y Calarcá.
Doble Calzada La Española - Calarcá	En este tramo se proyecta la construcción de una doble calzada completamente nueva que inicia luego de la glorieta La Española en el K50+392 y termina en el empalme con la actual vía en construcción hacia el alto de La Línea (K61+900 referenciado con la calzada derecha). Para este corredor se proyectan intersecciones en la vía hacia el sitio conocido como La Bella en el K53+192, el corregimiento de La Virginia en el K56+892 y el sitio conocido como La Rochela en el K59+692.

## **2.8 IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS POTENCIALES DURANTE EL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DEL TRAMO CALARCÁ-LA PAILA**

A continuación, se describirán las generalidades del proyecto, como el riesgo y la identificación del riesgo.

### **2.8.1 Riesgo**

La importancia de las estimaciones de riesgos, se basan en las necesidades de valorar la probabilidad de ocurrencia de los riesgos identificados, así mismo, el impacto que se genera si el evento ocurre; en este sentido se puede conocer cuál debe ser el orden de la intervención para evitar la ocurrencia, así como las acciones a tomar. Para ello, se requiere realizar un análisis cualitativo, el cual consiste en medir la probabilidad de ocurrencia y tamaño del impacto en el proyecto; y un análisis cuantitativo, en donde se asignan valores en costo, tiempo, calidad y alcance.

### **2.8.2 Identificación de riesgos**

Identificar los riesgos es el proceso por el cual se determinan los que pueden afectar el proyecto y se documentan sus características, con base en las metodologías descritas en la guía del PMBOCK.

karimiazari, y otros (2011) consideran que el primer paso en la gestión de riesgos es la identificación. Antes de que estos pueden ser manejados, deben ser identificados para que no se conviertan en problemas y afectar negativamente a un proyecto. Lo anterior, se refiere a las evidencias de la experiencia previa o en casos similares que se aplican al proyecto actual, con el fin de evitar o atenuar la probabilidad de comprometer el éxito del proyecto.

Zeng, (2007) desarrolló una metodología para hacer frente a los riesgos asociados con los proyectos de construcción en las situaciones complicadas. Este modelo se puede manejar con el conocimiento de expertos, el juicio de ingeniería y los datos históricos para la evaluación de riesgos en el cual se puede evaluar directamente el uso de términos lingüísticos que se emplean en la evaluación de riesgos; con base en esta metodología, la identificación de los riesgos negativos y su efecto para este proyecto, se realizó a partir de las actividades que se llevan a cabo en el área de influencia de acuerdo con la dinámica actual del territorio, a la experiencia en obras similares en el proyecto de concesión Autopistas del Café<sup>6</sup> y en el juicio de expertos y personal de obra<sup>7</sup> que hacen

<sup>6</sup> Dentro del alcance del contrato de concesión 0113 de 1997, se incluye los estudios y diseños y construcción de segundas calzadas, tramos en par vial, viaductos y túneles.

<sup>7</sup> Ingeniero Juvenal Martínez (Director de obra concesionario), Ingeniero Diego Orozco (especialista en estructuras y Magister en Administración, interventoría), Ingeniero Gabriel Medina (consultor ambiental), entre otros.

parte del área técnica del contratista, que en este caso, para la obra está enfocada en las posibles amenazas y efectos que pueden tener las actividades y procedimientos a ejecutar durante etapa de construcción<sup>8</sup>.

## **2.9 RIESGOS IDENTIFICADOS PARA LA ETAPA DE CONSTRUCCION DEL PROYECTO DOBLE CALZADA EN EL TRAMO CALARCA (QUINDIO) LA PAILA (VALLE), DEL CORREDOR VIAL BOGOTA- BUENAVENTURA**

Para la etapa de construcción se identificaron 77 riesgos y su efecto que pueden alterar el normal desarrollo del proyecto, teniendo en cuenta las condiciones particulares geográficas, climáticas, sociales, ambientales, económicas y técnicas, presentes en el área de influencia del trazado propuesto para materializar en un futuro la continuidad de la doble calzada en el corredor Bogotá-Buenaventura, los cuales se relacionan en la *Tabla 2*.

---

<sup>8</sup> Las amenazas y efectos que se materializaron en la construcción de las obras, han tenido como consecuencia, la afectación del cronograma y mayores costos para el contratista. Estos reportes están consignados en los informes de interventoría, correspondencia y actas de reunión.

Tabla 2. Identificación de riesgos

No.	RIESGO	DESCRIPCION	EFECTO
1	Disponibilidad de predios para el proyecto	Retrasos en la entrega de predios por inconvenientes durante el estudio de títulos, expropiación y procesos judiciales.	Procesos de expropiación y trámites judiciales. Atrasos en el inicio de las obras, interrupciones en la continuidad de la vía y modificaciones al cronograma de obras
2	Oposición de comunidades al trazado de la vía	Las comunidades y comerciantes por donde actualmente cruza la vía, han manifestado su rechazo a la construcción de variantes porque se afectarían sus establecimientos comerciales, lo que puede generar presiones de la comunidad y dirigencia política para la modificación del trazado o construcción de obras complementarias	Atrasos en el cumplimiento del cronograma, sobrecostos al presupuesto y afectación de la imagen corporativa
3	Suministro de mezcla asfáltica	Daños técnicos imprevisibles en la planta que suministra la mezcla asfáltica. Importación de repuestos especiales y reparaciones por parte de técnicos extranjeros.	Atrasos en el cronograma y sobrecostos por stanby de maquinaria y personal
4	Suministro de asfalto	Inconvenientes en el suministro de asfalto en la planta de Barrancabermeja y transporte del material a las plantas mezcladoras.	Atrasos en el cronograma y sobrecostos por stanby de maquinaria y personal
5	Variaciones en los precios del asfalto	El incremento en el precio internacional del petróleo, ocasiona ajustes al precio del asfalto suministrado por Ecopetrol	Sobrecostos en el presupuesto.
6	Variaciones en el precio de los combustibles	Constantes incrementos no proyectados y superiores al IPC en el valor de los combustibles utilizados en la construcción, operación, transporte y logística de la obra.	Sobrecostos en el presupuesto
7	Ajuste diseño zonas de depósito de material de excavación	Falta de capacidad en los sitios aprobados por ejecución de obras adicionales para manejo de aguas y estabilidad de taludes, necesidad de ubicación de nuevos sitios por capacidad y distancia a las obras. Trámite de modificación de la licencia ambiental.	Sobrecostos en el presupuesto.
8	Temporadas invernales	Fenómenos naturales que modifican el clima con respecto al historial climático de la región, pluviometría fuera de lo normal.	Atrasos en el cronograma y sobrecostos por stanby de maquinaria y personal
9	Actualizaciones en las especificaciones técnicas	En el contrato se indica que la construcción de la obra se regirá por la normatividad vigente y sus actualizaciones, lo que puede generar cambio en las condiciones constructivas y en la ejecución de ensayos de control de calidad	Sobrecostos en el presupuesto
10	Cambios estratigráficos del suelo	Imprecisiones en los estudios y localización de sondeos que no indican con certeza en algunos sitios el cambio de estratigrafía del suelo, lo que genera mayores cantidades de obra en la fundación de	Atrasos en el cronograma y sobrecostos en el presupuesto

No.	RIESGO	DESCRIPCION	EFECTO
		puentes, terraplenes, muros, túneles, excavaciones y conformación de taludes.	
11	Suministro de agua para la fabricación de concretos	Suministro de agua de sitios no aprobados inicialmente en la licencia ambiental, puede generar sanciones y multas por parte de la autoridad ambiental y reclamos de la comunidad. Imprecisiones en la planeación de la ubicación y distancia de sitios aptos para el suministro de agua.	Sanciones, demandas, sobrecostos en el presupuesto
12	Suministro de concreto premezclado	Posibles retrasos en el suministro de concreto premezclado para la fundición obras, por fallas técnicas en la planta o por inconvenientes en el transporte del material, pueden generar stand by de personal y maquinaria	Atrasos en el cronograma y sobrecostos en el presupuesto
13	Accidentes laborales	Condiciones y actos inseguros que generan accidentes durante la ejecución de las obras, ocasionando ausentismo por incapacidades y posibles demandas a la empresa.	Sanciones, demandas, sobrecostos en el presupuesto
14	Restitución de accesos	Inadecuada definición del alcance técnico y económico de la restitución de accesos a los predios afectados por el cruce de la vía, que puede generar inconvenientes en la disponibilidad predial.	Atrasos en el inicio de las obras, interrupciones en la continuidad de la vía y modificaciones al cronograma de obras
15	Redes subterráneas de servicios públicos	Localización de redes de servicios públicos no identificados previamente durante la etapa de diseño y/o ruptura de tuberías no identificadas con anterioridad al inicio de los trabajos, que generarían atrasos en el inicio de las obras e interrupciones en la prestación del servicio público.	Atrasos en el cronograma y sobrecostos en el presupuesto
16	Redes aéreas de servicios públicos	Inconvenientes en el traslado de las redes localizadas en el corredor del proyecto vial, causadas por inadecuada gestión ante las empresas dueñas de las redes para que ejecuten el traslado de sus redes con anterioridad al inicio de los trabajos.	Atrasos en el cronograma
17	Aumento de tráfico vehicular en las vías de acceso a las obras	Incremento del ruido, contaminación ambiental, accidentes, inseguridad para los habitantes vecinos de la vía de acceso, lo que pueden ocasionar demandas por parte de la comunidad, sanciones por parte de la autoridad ambiental.	Sanciones, demandas, sobrecostos en el presupuesto
18	Deterioro de las vías de acceso	Inadecuada definición del alcance técnico y económico del mantenimiento y adecuación de las vías de acceso de acuerdo a la maquinaria a utilizar en la ejecución de la obra y a los materiales a transportar	Sobrecostos en el presupuesto
19	Hallazgos arqueológicos	Suspensión de forma inmediata de las obras en caso de encontrar elementos y piezas arqueológicas que hagan parte del patrimonio arqueológico (Ley 1185 de 2008), en tal sentido el Instituto	Atrasos en el cronograma, posibles modificaciones al diseño y sobrecostos en el presupuesto

No.	RIESGO	DESCRIPCION	EFECTO
		Colombiano de Antropología ICANH, definirá las acciones a seguir para la protección de los bienes pertenecientes al patrimonio arqueológico.	
20	Solicitudes dirigencia política	Solicitud de obras complementarias y adicionales no contempladas en el diseño inicial y en el presupuesto del proyecto, de igual forma solicitudes de modificaciones al diseño y al trazado inicial motivadas por presión de la fuerza política y de la comunidad de la región.	Atrasos en el cronograma, sobrecostos en el presupuesto y afectación a la imagen corporativa
21	Alteraciones en el precio de suministros	En el 2011 uno de los componentes de mayor efecto en los costos de construcción fue el cemento con una variación anual del 13% (fuente CAMACOL). Su aumento se atribuye, entre otras razones, al mayor costo de la energía y a las inversiones hechas en las plantas productoras para responder a los requerimientos ambientales hechos por las autoridades del ramo.	Sobrecostos en el presupuesto
22	Modificaciones del alcance de la licencia ambiental	Modificación del diseño, obras adicionales, requerimiento de nuevas zonas de depósito de materiales, permisos de ocupación de cauces, adición concesiones de agua, nuevos sitios de vertimientos, inclusión de nuevas plantas de asfalto, triturados y concretos	Atrasos en el cronograma y sobrecostos en el presupuesto
23	Incumplimiento del alcance de la licencia ambiental	Construcción de obras de mitigación no contempladas, uso de zonas de depósito de materiales diferentes a las aprobadas, ocupación de cauces no autorizados, inclusión de nuevas plantas de asfalto, triturados y concretos, incumplimiento del plan de manejo ambiental	Sanciones, sobrecostos en el presupuesto
24	Modificaciones al trazado por inconvenientes prediales y ambientales	Complicaciones en las negociaciones con los propietarios y posibles inconvenientes con reservas naturales no previstas en la planeación del proyecto.	Atrasos en el cronograma y sobrecostos en el presupuesto
25	Mayores cantidades de obra	Estimación de cantidades de obra para el presupuesto sin los diseños definitivos de algunas obras adicionales y planos de construcción ajustados, modificaciones a diseño durante la marcha del proyecto, genera mayores cantidades obra que no serán reconocidos por la entidad contratante ya que los valores finales de las obras se acuerdan mediante la modalidad de precio global fijo.	Sobrecostos en el presupuesto
26	Invasión del derecho de vía en los tramos de calzada existente	En los tramos de vía donde se proyecta construir la segunda calzada paralela a la existente, existe invasión del corredor vial por viviendas, cultivos, restaurantes, asentamientos indígenas y corrimiento de cercas. Casos que requieren acciones judiciales, pago de mejoras, reubicación de familias y desalojos.	Atrasos en el cronograma y sobrecostos en el presupuesto
27	Fallos judiciales por acciones populares	Acciones populares interpuestas por las comunidades, por los grupos ambientalistas o por algún interés particular, que pueden ser falladas en contra del proyecto y que pueden generar obras adicionales,	Atrasos en el cronograma, sobrecostos en el presupuesto y afectación a la imagen corporativa

No.	RIESGO	DESCRIPCION	EFFECTO
		mayores cantidades de obra y modificaciones al trazado proyectado o modificaciones en obras ya presupuestadas	
28	Terremoto	De acuerdo al mapa de zonificación sísmica de Colombia, el proyecto está localizado en una zona de amenaza alta (con valor de aceleración Aa 0.250 g). En caso de presentarse un evento de magnitud considerable, se pueden presentar daños en estructuras construidas o en proceso de construcción, de igual forma se pueden presentar pérdidas humanas y lesiones graves.	Atrasos en el cronograma y sobrecostos en el presupuesto
29	Erupción volcán machín	El proyecto está localizado dentro de la zona de menaza por caída de piroclastos, los cuales son fragmentos de roca de diferentes tamaños lanzados a la atmosfera, que al caer cubren un área aproximada de 2000 km2. se pueden presentar daños en infraestructuras, equipos y posibles pérdidas de vidas humanas por impacto de fragmentos, contaminación de fuentes de agua.	Atrasos en el cronograma y sobrecostos en el presupuesto
30	Modificaciones a los diseños durante el proceso constructivo	Al materializar los diseños se encuentran inconvenientes al encontrarse situaciones no previstas en los estudios, como mayores longitudes de: estructuras de drenaje, de estructuras de contención o de cimentación	Atrasos en el cronograma, rediseños y sobrecostos en el presupuesto
31	Imprecisión en la clasificación de los materiales en la construcción de terraplenes.	Hace referencia a que algunos materiales pueden generar coeficientes negativos para la liquidación de los acarrees (Arcillas Consolidadas), lo que genera mayores cantidades de material seleccionado y aumento del costo de acarreo de materiales m3/km	Sobrecostos en el presupuesto
32	Demolición de estructuras	Reconstrucción de obras por no cumplir con los requerimientos de calidad de las especificaciones de construcción de carreteras	Afectación en la calidad de la obra, sobrecostos en el presupuesto.
33	Suministro de agregados	Suspensión de suministro de agregados por desbordamiento del río La Vieja, río Barragán, lo que afecta su explotación ocasionando mayores distancias de acarreo de materiales por nuevas fuentes de materiales que cumplan con los requerimientos técnicos.	Sobrecostos en el presupuesto
34	Transporte y utilización de explosivos.	Hace referencia a todo el proceso de adquisición, transporte, colocación, uso y manejo de los explosivos que pueden generar accidentes con pérdida de vidas y lesiones graves.	Demandas, sobrecostos en el presupuesto
35	Control de calidad	La no implementación de un adecuado plan de control de calidad puede producir incumplimientos de las especificaciones técnicas generando deficiencias en la calidad y acabados de las obras.	Afectación en la calidad de la obra, sobrecostos en el presupuesto y no recibo a satisfacción de las obras por parte de la interventoría.



No.	RIESGO	DESCRIPCION	EFEECTO
36	Disponibilidad presupuestal para la adquisición de predios	Estimación insuficiente del costo real de los predios para la apropiación de recursos por parte del estado para la adquisición predial, ocasionando que se suspenda la gestión y se compliquen las negociaciones con los propietarios.	Recursos adicionales para la gestión predial, atrasos en el cronograma y sobrecostos en el presupuesto de construcción.
37	Geología	Fenómenos propios de la naturaleza y situaciones geológicas que se presenten por fuera del derecho de vía que puedan afectar la estabilidad de las obras	Afectación en la calidad de la obra, sobrecostos en el presupuesto.
38	Daños a viviendas durante el proceso constructivo	Daños a viviendas por vibraciones durante procesos constructivos como; compactación, excavaciones, maniobras de maquinaria, acopios de materiales que causan molestias y quejas de la comunidad, lo que puede generar inversiones en reparaciones en los inmuebles.	Demandas, sobrecostos en el presupuesto
39	Daños ambientales durante el proceso constructivo	Daños a terceros por inadecuadas prácticas en el proceso constructivo desde el punto de vista ambiental, ocasionados por derrumbes, descoles de obras provisionales, daños en cultivos, escombros, inundaciones, etc. que puede generar demandas e inversiones en obras de mitigación y recuperación ambiental	Demandas, sobrecostos en el presupuesto y afectación de la imagen corporativa
40	Transporte de materiales	Alteraciones en el cálculo de distancias de recorridos de las fuentes a las obras y sitios de disposición para el transporte de materiales, por cambio de fuentes de material, nuevos sitios de disposición de material de excavación y posibles nuevas rutas por daños en la vía, derrumbes, etc., ya que se puede incrementar el costo por kilómetro de acarreo, siendo esta actividad muy sensible en el presupuesto final de la obra.	Sobrecostos en el presupuesto
41	Orden publico	La situación de orden público que enfrenta el país por los grupos al margen de la ley, puede ocasionar extorciones, secuestros, intimidaciones que afectan el normal desarrollo del proyecto, de igual forma se pueden presentar pérdida de vidas humanas y de maquinaria, inseguridad, sobrecostos en el presupuesto y alteraciones en el cronograma.	Sobrecostos en el presupuesto
42	Cruces con vías terciarias y veredales	Cierre temporal de vías por obras, incomodidades y reclamos de la comunidad, solicitud de construcción o adecuación de vías alternas	Sobrecostos en el presupuesto
43	Señalización temporal	Dentro del cálculo del presupuesto, no se ha determinado al detalle el costo por señalización temporal y teniendo en cuenta que debe cumplir con la norma vigente (manual de señalización del INVIAS) y la cantidad de frentes de obra, se presentan costos considerables adicionales que afectan la rentabilidad de la inversión	Sobrecostos en el presupuesto



No.	RIESGO	DESCRIPCION	EFFECTO
44	Contaminación de fuentes de agua	Denuncias de vecinos por inadecuado manejo de vertimientos y materiales que pueden afectar la calidad del agua, generando posible cierre temporal de la obra por solicitud de la autoridad ambiental	Atrasos en el cronograma, sobrecostos en el presupuesto y afectación a la imagen corporativa
45	Presencia de acuíferos confinados	Ingreso de notables caudales de agua durante la excavación de los túneles, que generan intervenciones no previstas que afectan la calidad y estabilidad de la obra	Afectación en la calidad de la obra, sobrecostos en el presupuesto.
46	Aumento de tránsito vehicular por carreo de escombros y materiales	Generación de material particulado, molestias en la comunidad, generación de ruido, que ocasionan quejas de la comunidad y posibles sanciones por parte de la entidad ambiental.	Procesos sancionatorios, afectación de imagen corporativa.
47	Deslizamientos y erosión en los portales de los túneles	Durante el proceso constructivo se pueden presentar derrumbes en los portales y en el interior de los túneles, ocasionando accidentes laborales y daños en maquinaria	Atrasos en el cronograma y sobrecostos en el presupuesto
48	Altas temperaturas en el túnel durante la excavación	Debido a la alta cobertura vertical, se podrían encontrar altas temperaturas en el túnel, lo que podría interferir con el rendimiento de los trabajos y afectar la calidad de la obra	Afectación en la calidad de la obra, atrasos en el cronograma
49	Trabajos en alturas	Posibles accidentes en trabajos en alturas sin las debidas medidas de seguridad y capacitaciones al personal que ejecuta estas actividades, especialmente en la construcción de puentes, empradizado de taludes, revestimiento de túneles, armado de torre grúa, construcción de muros, etc., que puede aumentar el ausentismo laboral por incapacidades, posibles demandas y procesos sancionatorios	Demandas, sobrecostos en el presupuesto
50	Aumento de los requerimientos de soporte e inyección del túnel	Cambios inesperados en la estratigrafía del suelo, que requieren mayores requerimientos de soporte para estabilidad de la obra	Atrasos en el cronograma y sobrecostos en el presupuesto
51	Precio del dólar	Variaciones en la tasa de cambio afectan el precio de equipos y materiales especiales para la construcción de puentes (aisladores sísmicos, materiales para construcción de juntas) y túneles, de igual forma se puede presentar afectación en el precio del petróleo y sus derivados para la fabricación de asfaltos	sobrecostos en el presupuesto
52	Subcontratistas	Incumplimientos por parte de los subcontratistas en cuanto a entrega oportuna de obras y de suministro de materiales, calidad de los trabajos y desplazamiento en los plazos acordados.	Afectación en la calidad de la obra, sobrecostos en el presupuesto y procesos judiciales
53	Afectación ambiental por erradicación de guaduales	Protestas de la comunidad por erradicación de guaduales y afectación del paisaje natural de la región, imprecisiones en las necesidades de erradicación aprobadas en la licencia ambiental, lo que puede generar solicitud de modificación al permiso ambiental y trámites antes las autoridades ambientales	Demandas, sobrecostos en el presupuesto, atrasos en el cronograma y afectación de imagen corporativa

No.	RIESGO	DESCRIPCION	EFECTO
54	Afectación valle de Maraveles	Está ubicado en el Municipio de la Tebaida, se destaca por sus paisajes naturales. Se encuentra el Bosque de los Monos y el Bosque de Monte Bello paisajes rodeados de guaduales. Sitio turístico reconocido por sus paisajes, flora y fauna. Oposición de las comunidades y ambientalistas para que se materialice al proyecto. en tal sentido se pueden presentar denuncias ante las autoridades ambientales, modificaciones al diseño, sobrecostos, suspensión de la obra.	Demandas, sobrecostos en el presupuesto, atrasos en el cronograma y afectación de imagen corporativa
55	Oposición alcaldes de Calarcá, Armenia y La Tebaida	Los mandatarios de estos municipios no están de acuerdo con el trazado propuesto ya que afirman que se ven afectado los intereses comerciales; <i>"Proponen un desvío por Río Verde que dejaría por fuera la Zona Franca, el aeropuerto internacional El Edén, la estación ferroviaria de La Tebaida y el parador de camioneros de Calarcá, proyectado como puerto seco o plataforma logística de carga"</i> . ( <a href="http://www.eltiempo.com/colombia/eje-cafetero/ARTICULO-WEB-NEW_NOTA_INTERIOR-12103582.html">http://www.eltiempo.com/colombia/eje-cafetero/ARTICULO-WEB-NEW_NOTA_INTERIOR-12103582.html</a> <a href="http://www.eltiempo.com/colombia/eje-cafetero/ARTICULO-WEB-NEW_NOTA_INTERIOR-12103582.html">http://www.eltiempo.com/colombia/eje-cafetero/ARTICULO-WEB-NEW_NOTA_INTERIOR-12103582.html</a> ).	Atrasos en el cronograma, sobrecostos en el presupuesto y afectación a la imagen corporativa
56	Deficiencias en la señalización temporal	Accidentalidad presentada por la inadecuada colocación de señalización preventiva en obra, falta de señalización de aproximación e iluminación, equipos de radio para cierres y demás señalización necesaria de seguridad industrial y de señalización de acuerdo al manual de señalización y a las normas de calidad de los materiales de la señalización.	Demandas, sobrecostos en el presupuesto
57	Atención de emergencias por derrumbes	Eventos de fuerza mayor que generan acarreo de maquinaria para atención de emergencias y acarreo de materiales y escombros que requieren ser atendidas por el Contrato para no interferir con el desarrollo del proyecto	Sobrecostos en el presupuesto
58	Obras no previstas requeridas por autoridades ambientales	Obras no previstas requeridas por autoridades ambientales posteriores a expedición de licencias por parte de la ANLA, CRQ y CVC	Sobrecostos en el presupuesto
59	Revisiones y aprobación de modificaciones al diseño	Demora en la revisión y/o aprobación de diseños y/o estudios, por parte de la Interventoría y de la entidad cuando sean por causas técnicas imprevisibles	Atrasos en el cronograma y sobrecostos en el presupuesto
60	Nuevos diseños	Demora en la definición del estudio definitivo, cuando hay necesidad de hacer una actualización porque los existentes se encuentran inaplicables por deficientes o por fallas en los estudios iniciales	Atrasos en el cronograma, ajuste a los diseños y sobrecostos en el presupuesto

No.	RIESGO	DESCRIPCION	EFECTO
61	Mantenimiento de las vías de acceso a las fuentes de materiales.	El aumento del tráfico de volquetas y maquinaria pesada, aceleran el deterioro de las vías lo que genera retrasos en los tiempos de desplazamientos, daños en los vehículos y probables accidentes.	Sobrecostos en el presupuesto
62	Daños en el funcionamiento de la maquinaria y/o equipos.	Daños imprevisibles a la maquinaria y falta de repuestos ocasionan retrasos en la ejecución de la obra	Atrasos en el cronograma y sobrecostos en el presupuesto
63	No recibo de las obras por parte de la interventoría	No conformidades interpuestas por la interventoría por incumplimientos con las especificaciones técnicas o con los diseños aprobados, lo que puede ocasionar la reconstrucción y/o reparación de la obra.	Sobrecostos en el presupuesto
64	Accidentes de tránsito de los vehículos del proyecto	Accidentes del transportador que lleve insumos y/o materiales y/o maquinaria y/o equipos y/o personal del CONTRATISTA	Sobrecostos en el presupuesto
65	Actas de vecindad	Imprecisiones en la elaboración de las actas de vecindad o no elaboración o incompletas, pueden generar reclamaciones y demandas por parte de los propietarios de las viviendas que resulten afectadas durante el proceso constructivo.	Sobrecostos en el presupuesto, demandas
66	Deficiencias en la planeación	La falta de implementación de herramientas para la planeación de obras como es el caso de Last Planer System, pueden generar pérdidas, reprocesos, inconvenientes para alcanzar la calidad de las obras, mayores costos y posibles alteraciones en el cronograma.	Afectación en la calidad de la obra, sobrecostos en el presupuesto.
67	Horas extras	Para dar cumplimiento a la entrega de obras, reparaciones, reprocesos, terminar actividades previas a otra actividad, se requiere ejecutar actividades en horas nocturnas y días festivos, incrementando el costo de mano de obra.	Sobrecostos en el presupuesto
68	Mayores valores por adquisición predial	Debido a que la composición predial que abarca la mayor parte del proyecto es suburbana, existe la posibilidad de incrementos de los costos estimados inicialmente. Esto puede suceder por factores tales como el efecto de plusvalía, la presencia de actividades económicas comerciales e industriales, la demostración de perjuicios a posteriori que podrían ser reconocidos judicialmente.	El impacto se refleja en un incremento en la inversión en predios.
69	Reconocimiento costos gestión predial	El contratista realiza la gestión predial ya sea por enajenación voluntaria o por expropiación, los costos derivados de esta gestión sólo son reconocidos una vez se cuente con el registro de la escritura a nombre de la Entidad; muchos de estos procesos pueden tardar años en culminar, sin embargo, el contratista debe asumir estos costos hasta la terminación de cada proceso.	Demoras en reconocimiento por las inversiones de recursos en gestión predial
70	Culminación procesos prediales	Los procesos prediales pueden presentar dificultades en el proceso de estudio de títulos y aceptación de avalúos que conllevan a	Inversión de recursos adicionales por demoras en la culminación de

No.	RIESGO	DESCRIPCION	EFEECTO
		procesos de expropiación, que dependen de la decisión de un juez tanto para la disponibilidad del predio como para la escrituración del predio a nombre de la Entidad.	los procesos de adquisición y titularización a nombre del Estado y procesos judiciales extensos
71	Mayores costos por cumplimiento planes de compensación	En cumplimiento a los planes de compensación ambiental por aprovechamiento forestal descritos en el Estudio de impacto ambiental, no existen disponibilidad suficiente de terrenos aptos en el área de influencia para adelantar las compensaciones requeridas.	Sanciones, sobrecostos en el presupuesto
72	Demoras en la Aprobación de licencias o permisos	Para la construcción del proyecto vial se requiere el trámite de licencia ambiental ante la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA y permisos ante las corporaciones ambientales, además de los permisos de arqueología por parte del ICANH; se consideran demoras en la obtención de las licencias y permisos, ya que serán tramitados de manera independiente.	Atrasos en el cronograma y sobrecostos en el presupuesto
73	Capacidad de zodmes	Cumplimiento capacidad en los sitios aprobados para la disposición de material, necesidad de ubicación de nuevos sitios por capacidad y distancia a las obras. Trámite de modificación de la licencia ambiental.	Atrasos en el cronograma y sobrecostos en el presupuesto
74	Cambios en la legislación tributaria	En Colombia no se ha evidenciado la existencia de un cambio de ley que modifique los términos contractuales de manera sustancial ni influya de manera negativa en el equilibrio económico del contrato, no obstante, el país implementa ajustes al sistema tributario que altera el flujo de caja del proyecto.	Sobrecostos en el presupuesto
75	Afectación al paisaje cultural cafetero	El proyecto atraviesa el área principal del paisaje cultural cafetero, declarado el 25 de junio de 2011, por el comité de Patrimonio Cultural de la Unesco, como Patrimonio Cultural de la Humanidad. El Gobierno Nacional, mediante Resolución 2079 del 7 de octubre de 201, establece el compromiso de velar para que se conserven integralmente los valores universales excepcionales del PCCC.	Sobrecostos en el presupuesto, ajuste a los diseños, afectación de la imagen corporativa
76	Eventos asegurables	Por definición, los eventos asegurables son aquellos con muy baja probabilidad de ocurrencia, pero de alto impacto; generalmente, están asociados a condiciones naturales.	Sobrecostos en el presupuesto, alteración del cronograma, suspensión de obras
77	Eventos no asegurables	De acuerdo con la clasificación establecida por el CONPES 3107 en cuanto a los eventos de fuerza mayor no asegurables, se establecieron las diferentes modalidades en que podrían materializarse dichos riesgos, siendo estos eventos que alteren el orden público, hallazgos arqueológicos y la presencia de minas y yacimientos.	Sobrecostos en el presupuesto, alteración del cronograma, suspensión de obras

## 2.10 PRIORIZACIÓN DE RIESGOS, DE ACUERDO A SU ALTA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA Y AL IMPACTO NEGATIVO QUE PUEDA ALTERAR EL DESARROLLO DEL PROYECTO

A continuación, se relacionan los subtemas de este capítulo, en los cuales se relacionan la tipificación de riesgos, la estimación del riesgo, el análisis cualitativo, y priorización de los riesgos.

### 2.10.1 La tipificación de riesgos

Esta corresponde a la definida en la Tabla 8 del documento CONPES 3760, el cual busca adecuar la asignación de los riesgos a la coyuntura actual, donde se plantea estimular la inversión privada dentro de los diferentes proyectos, ya sea en los contratos mismos de concesión como en la financiación de estos, así como incorporar en la financiación de proyectos a inversionistas de largo plazo como los Fondos de Pensiones y aseguradoras; adicionalmente, se indica en este documento que la Agencia Nacional de Infraestructura deberá contemplar dentro de la matriz de riesgo de cada proyecto, se relacionan al menos los siguientes riesgos<sup>9</sup>:

Tabla 3. Tipificación de riesgos

Área	Tipo de riesgo
<b>Predial</b>	Gestión predial
	Mayores valores por adquisición predial
<b>Obligaciones ambientales</b>	Gestión licencias o permisos
	Mayores valores por compensaciones socioambientales
<b>Políticos/sociales</b>	Obras no previstas requeridas por autoridades ambientales posteriores a expedición de licencias, no imputables al concesionario
	Movimiento, reubicación o imposibilidad de instalación de casetas, por decisiones de la ANI
<b>Redes</b>	Invasión del derecho de vía
<b>Diseño</b>	Mayores valores por interferencia de redes
<b>Construcción/operación y mantenimiento</b>	Mayores valores derivados de los estudios y diseños
	Cantidades de obra
<b>Comercial</b>	Variación de precios de los insumos
<b>Financiación</b>	Menores ingresos por concepto de peaje
	Obtención del cierre financiero
	Condiciones (plazo, tasas) y liquidez
<b>Cambiarío</b>	Insuficiencia de recursos para el pago de la interventoría por razones no atribuibles al concesionario
<b>Regulatorio</b>	Variaciones del peso frente a otras monedas
	Compensaciones por nuevas tarifas diferenciales
	Cambios en especificaciones técnicas (Tecnología de recaudo electrónico de peajes). La ANI contará con la facultad de ajustar los proyectos a las nuevas especificaciones técnicas emitidas por el Gobierno Nacional. Únicamente para las iniciativas privadas que requieran desembolsos de recursos públicos, los costos

<sup>9</sup> La tipificación de los riesgos establecida en documento CONPES 3760, está contemplado para proyectos que incluyen dentro de su alcance contractual, las etapas de estudios y diseños, construcción, mantenimiento y operación.

Área	Tipo de riesgo
	adicionales que se deriven de dicha decisión serán asumidos por la entidad siempre y cuando cuente con la programación de recursos dentro de su presupuesto o a través de la ampliación del plazo del contrato, siempre dentro de las restricciones de ley.
	Cambios en normatividad (Incluye cambios en la legislación tributaria)
<b>Túneles</b>	Mayores cantidades de obra. La garantía de mayores cantidades de obra en túneles se dará a ciertos túneles dependiendo de la longitud de éstos y el resultado de los estudios geológicos. La garantía quedará explícita en los contratos y solo cubrirá algunas actividades de excavación, presoporte y soporte, considerando las restricciones de ley.
<b>Fuerza mayor</b>	Eventos eximentes de responsabilidad en la adquisición predial
	Costos ociosos por eventos eximentes de responsabilidad. Costos ociosos por mayor permanencia en obra, solo en situaciones en las que los recursos del concesionario no puedan ser utilizados para ninguna actividad relacionada o no con el contrato de concesión específico, sujeto a verificación por parte de la interventoría
	Eventos eximentes de responsabilidad por interferencia de redes
	Fuerza mayor por demoras en la obtención de licencias ambientales, no imputables al concesionario
	Eventos asegurables
	Eventos no asegurables

Por tratarse éste un proyecto de construcción, los riesgos identificados para esta etapa de construcción del proyecto, corresponden a la tipificación descrita en la Tabla 4:

Tabla 4. Tipificación de los riesgos del proyecto de construcción vial

ID No.	TIPIFICACIÓN	RIESGO IDENTIFICADO	
1	<b>PREDIAL</b>	Disponibilidad de predios para el proyecto	
36		Disponibilidad presupuestal para gestión predial	
68		Mayores valores por adquisición predial	
69		Reconocimiento costos gestión predial	
70		Culminación procesos prediales	
11	<b>AMBIENTAL</b>	Suministro de agua para la fabricación de concretos	
22		Modificaciones del alcance de la licencia ambiental	
23		Incumplimiento del alcance de la licencia ambiental	
39		Daños ambientales durante el proceso constructivo	
44		Contaminación de fuentes de agua	
53		Afectación ambiental por erradicación de guaduales	
54		Afectación valle de maraveles	
58		Obras no previstas requeridas por autoridades ambientales	
71		Mayores costos por cumplimiento planes de compensación	
73		Capacidad de zodmes	
26	<b>POLITICO/ SOCIAL</b>	Invasión del derecho de vía en los tramos de calzada existente	
27		Fallos judiciales por acciones populares	
2		Oposición de comunidades al trazado de la vía	
20		Solicitudes dirigencia política	
41		Orden público	
42		Cruces con vías terciarias y veredales	
55		Oposición alcaldes de Calarcá, Armenia y La Tebaida	
65		Actas de vecindad	
15		<b>REDES</b>	Redes subterráneas de servicios públicos



ID No.	TIPIFICACIÓN	RIESGO IDENTIFICADO
16		Redes aéreas de servicios públicos
7	<b>DISEÑOS</b>	Ajuste diseño zonas de depósito de material de excavación
10		Cambios estratigráficos del suelo
14		Restitución de accesos
24		Modificaciones al trazado por inconvenientes prediales y ambientales
60		Nuevos diseños
3		<b>CONSTRUCCIÓN</b>
4	Suministro de asfalto	
8	Temporadas invernales	
12	Suministro de concreto premezclado	
13	Accidentes laborales	
17	Aumento de tráfico vehicular en las vías de acceso a las obras	
18	Deterioro de las vías de acceso	
19	Hallazgos arqueológicos	
21	Alteraciones en el precio de suministros	
25	Mayores cantidades de obra	
30	Modificaciones a los diseños durante el proceso constructivo	
31	Imprecisión en la clasificación de los materiales en la construcción de terraplenes.	
32	Demolición de estructuras	
33	Suministro de agregados	
34	Transporte y utilización de explosivos.	
35	Control de calidad	
38	Daños a viviendas durante el proceso constructivo	
40	Transporte de materiales	
43	Señalización temporal	
45	Presencia de acuíferos confinados	
46	Aumento de tránsito vehicular por carreo de escombros y materiales	
49	Trabajos en alturas	
52	Subcontratistas	
56	Deficiencias en la señalización temporal	
57	Atención de emergencias por derrumbes	
59	Revisiones y aprobación de modificaciones al diseño	
61	Mantenimiento de las vías de acceso a las fuentes de materiales.	
62	Daños en el funcionamiento de la maquinaria y/o equipos.	
63	No recibo de las obras por parte de la interventoría	
64	Accidentes de tránsito de los vehículos del proyecto	
66	Deficiencias en la planeación	
67	Horas extras	
5	Variaciones en los precios del asfalto	
6	Variaciones en el precio de los combustibles	
51	<b>CAMBIARIO</b>	Precio del dólar
9	<b>REGULATORIO</b>	Actualizaciones en las especificaciones técnicas
74		Cambios en la legislación tributaria
47	<b>TÚNELES</b>	Deslizamientos y erosión en los portales de los túneles
48		Altas temperaturas en el túnel durante la excavación
50		Aumento de los requerimientos de soporte e inyección del túnel
75		Mayores cantidades de obra en túneles
28	<b>FUERZA MAYOR</b>	Terremoto
29		Erupción volcán machín
37		Geología



ID No.	TIPIFICACIÓN	RIESGO IDENTIFICADO
72		Demoras en la aprobación de licencias o permisos
76		Eventos asegurables
77		Eventos no asegurables

### 2.10.2 Estimación del riesgo

El objetivo de la identificación, valoración y análisis de los impactos mediante la adaptación de la metodología propuesta por (Conesa Fernandez, 1993), quien define que la importancia del impacto se mide en función, tanto del grado de incidencia o intensidad de la alteración producida, como de la caracterización del efecto<sup>10</sup>.

Mediante la estimación se busca valorar la probabilidad y el impacto de los riesgos identificados, con el fin de complementar la priorización de los riesgos para definir el orden en que las acciones deben tomarse para lograr los objetivos del proyecto; sin ser afectados por la ocurrencia de los eventos riesgosos. La estimación es de dos tipos: i) la cualitativa, expresada en términos de la probabilidad de ocurrencia y tamaño del impacto en el proyecto, y ii) la cuantitativa, impacto traducido en montos tangibles de costos y tiempos de ejecución del proyecto.

### 2.10.3 Análisis cualitativo

Para realizar el análisis cualitativo calculando la probabilidad de ocurrencia del riesgo y el impacto que tendrá sobre los objetivos del proyecto, entendidos como costos, tiempo, calidad y alcance. La matriz utilizada en donde se combinan los criterios determina la severidad del riesgo, criterio necesario para definir la prioridad del riesgo y las acciones de respuesta. La combinación de ambos criterios en la matriz probabilidad impacto propuesta (ver Figura 5) determina la severidad del riesgo, criterio necesario para definir la prioridad del riesgo y riesgo desencadenante de activación.

La matriz propuesta para el presente estudio, está basada en la matriz sugerida por la PMBOK (2008); donde se especifican las combinaciones de probabilidad e impacto que llevan a calificar los riesgos con una severidad baja, media o alta. El área de color rojo (con las cifras más altas) representa un riesgo alto, el área de color amarillo intermedio representa un riesgo medio y el área de color verde (con las cifras más bajas) representa el riesgo bajo. Esta matriz se adapta al proyecto de construcción, para valorar únicamente las amenazas y no las oportunidades que se puedan presentar durante la ejecución del proyecto de construcción. Y de la matriz probabilidad-impacto, se define el grado de severidad descrito en la Figura 4.

<sup>10</sup>Metodología para los estudios de impacto ambiental. Facultad de Ciencias Exactas. Universidad Nacional del Centro de la provincia de Buenos Aires

<b>PROBABILIDAD</b>	<b>5 MB</b> Muy baja	5	10	20	40	80
	<b>4 B</b> Baja	4	8	16	32	64
	<b>3 M</b> Moderado	3	6	12	24	48
	<b>2 A</b> Alta	2	4	8	16	32
	<b>1 MA</b> Muy alta	1	2	4	8	16
		<b>1 MB</b> Muy bajo	<b>2 B</b> Bajo	<b>4 M</b> Moderado	<b>8 A</b> Alto	<b>16 MA</b> Muy alto
		<b>IMPACTO</b>				

Figura 5. Matriz Probabilidad – Impacto  
 Fuente: adaptado de (PMBOK2008)

<b>SEVERIDAD</b>	
<b>1 - 6</b>	<b>Baja</b>
<b>7 - 14</b>	<b>Media</b>
<b>15 - 80</b>	<b>Alta</b>

Figura 4. Grado de severidad.  
 Fuente: adaptado de (PMBOK2008)

Estas reglas de calificación de los riesgos pueden adaptarse al proyecto específico durante el proceso de planificación del proyecto, habitualmente, la evaluación de la importancia de cada riesgo y, por consiguiente, de su prioridad de atención. Se efectúa utilizando una tabla de búsqueda o una matriz que se basa en unos porcentajes de probabilidad, que de acuerdo a las experiencias en proyectos similares, en particular las obras ejecutadas por el concesionario Autopistas del Café en los departamentos del Quindío, Risaralda y Caldas desde el año 2003 y el concepto de expertos en construcción e interventoría que han participado en este tipo de obras.

La Tabla 5 se presentan las definiciones de impactos que se usan en la evaluación de los impactos de riesgos relacionados con los objetivos del proyecto. La calificación de los riesgos ayuda a guiar las respuestas a los riesgos. Por ejemplo, los riesgos que, si se concretan (amenazas), tienen un impacto negativo sobre los objetivos, y que se encuentran en la zona de riesgo alto de la matriz, pueden necesitar prioridad de acción y estrategias de respuesta agresivas. Las amenazas en la zona de riesgo bajo pueden no necesitar una acción de gestión proactiva, más allá de ser incluidas en una lista de supervisión o de ser agregadas a una reserva para contingencias.

Tabla 5. definición de impactos.

Condiciones definidas para las escalas de impacto de un riesgo en los principales objetivos del proyecto.						
ESCALA DE IMPACTO						
	MUY BAJA	BAJA	MODERADA	ALTA	MUY ALTA	
OBJETIVO DEL PROYECTO	TIEMPO	Impacto insignificante en el tiempo	Incremento en el tiempo < 5%	Incremento del tiempo de 5-10 %	Incremento del tiempo de 10-20 %	Incremento en el tiempo >20%
	COSTO	Incremento del costo insignificante	Incremento en el costo < 10%	Aumento de costo de 10-20 %	Aumento de costo de 20 - 40 %	Incremento en el costo >40%
	ALCANCE	Disminución del ámbito de aplicación es apenas perceptible	Los cambios en los límites del proyecto o características son menores	Los cambios en los límites del proyecto o características son mayores	El contratante no está de acuerdo que alcance cumpla totalmente con la necesidad y el propósito del proyecto	El Alcance no responde al propósito ni a la necesidad a solucionar
	CALIDAD	Degradación de la calidad apenas perceptible	No existen inconvenientes con la estabilidad de las obras, las deficiencias son tratadas y aprobadas por el Director del proyecto	No existen inconvenientes con la estabilidad de las obras, las deficiencias son tratadas y aprobadas por el equipo del proyecto	Calidad puede hacerse aceptable a través de mitigación o reparación	Calidad no cumple uno o todos los requerimientos de las especificaciones técnicas

Fuente: Adapto de PMBOK 4 ed. capítulo 11

Tabla 6 se presenta el resultado del análisis cualitativo de los riesgos identificados y analizados. Inicialmente, se establece la probabilidad de ocurrencia, que de acuerdo a la experiencia en obras similares<sup>11</sup> y al juicio de expertos, se estima con base en una escala de cinco rangos Figura 5 y se combina con la magnitud del impacto, que igualmente se estima con base en una escala de cinco opciones Figura 4. Este ejercicio se realiza para los objetivos tenidos en cuenta como, costo, tiempo, calidad y alcance, de manera que identifica el objetivo mayormente afectado por la ocurrencia del riesgo.

Hay dos aspectos que se deben anotar con relación al análisis cualitativo: **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**; el primero tiene que ver con la definición del tipo de riesgo, que, si bien se basa en la tipificación mostrada en la Tabla 3, se especifica la manera cómo se manifiesta la ocurrencia del evento de riesgo. El segundo aspecto tiene que ver con el criterio base para la calificación de la magnitud del impacto de cada riesgo, es decir, el parámetro contra el cual se compara el valor estimado cualitativamente del impacto del riesgo en aquellos riesgos que son cuantificables. La base referida depende la naturaleza del riesgo analizado; en general corresponde al valor presente neto del proyecto, pero en los casos de sobrecostos se refiere al costo inicial presupuestado. En la columna denominada “impacto”, con base en la Figura 5, **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** en la que se describe la metodología para el análisis cuantitativo se detalla para cada riesgo el parámetro que define el criterio base de calificación.

<sup>11</sup> Se toma como referencia principal, la etapa de construcción de la concesión Autopistas del Café.



Tabla 6. Análisis Cualitativo de dos riesgos identificados

ID No.	Tipo de riesgo	Riesgo identificado	Área de impacto	Probabilidad	Impacto	Calificación	severidad	Desencadenante de activación del riesgo
1	PREDIAL	Disponibilidad de predios para el proyecto	TIEMPO	2=Bajo	8 =Alto	16		Disponibilidad de predios para el proyecto
36	PREDIAL	Disponibilidad presupuestal para gestión predial	COSTO	3=Moderado	4 =Moderado	12		Recursos insuficientes para adquisición de predios faltantes
68	PREDIAL	Mayores valores por adquisición predial	TIEMPO	5=Muy Alto	8 =Alto	40		Resultado de los avalúos comerciales y valoración de fichas del componente social
69	PREDIAL	Reconocimiento costos gestión predial	COSTO	2=Bajo	8 =Alto	16		Inicio procesos de expropiación
70	PREDIAL	Culminación procesos prediales	TIEMPO	4=Alto	8 =Alto	32		Inicio procesos de expropiación
11	AMBIENTAL	Suministro de agua para la fabricación de concretos	COSTO	2=Bajo	2 =Bajo	4		Suministro de sitios no aprobados
22	AMBIENTAL	Modificaciones del alcance de la licencia ambiental	ALCANCE	3=Moderado	4 =Moderado	12		Modificaciones al diseño, nuevas obras
23	AMBIENTAL	Incumplimiento del alcance de la licencia ambiental	ALCANCE	2=Bajo	4 =Moderado	8		Informes de la interventoría y hallazgos producto de las visitas de los Delegados del Ministerio de Ambiente y desarrollo Sostenible
39	AMBIENTAL	Daños ambientales durante el proceso constructivo	CALIDAD	2=Bajo	8 =Alto	16		Quejas de la comunidad y derechos de petición, informes de interventoría.
44	AMBIENTAL	Contaminación de fuentes de agua	CALIDAD	2=Bajo	2 =Bajo	4		Quejas de la comunidad y derechos de petición, informes de interventoría
53	AMBIENTAL	Afectación ambiental por erradicación de guaduales	COSTO	3=Moderado	4 =Moderado	12		Informes de la interventoría y visitas de seguimiento de los delegados la ANLA
54	AMBIENTAL	Afectación valle de maraveles	CALIDAD	3=Moderado	4 =Moderado	12		Informes de la interventoría, derechos de petición y visitas de seguimiento de los delegados la ANLA y CRQ
58	AMBIENTAL	Obras no previstas requeridas por autoridades ambientales	COSTO	3=Moderado	8 =Alto	24		Visitas de seguimiento de los delegados la ANLA y CRQ

ID No.	Tipo de riesgo	Riesgo identificado	Área de impacto	Probabilidad	Impacto	Calificación	severidad	Desencadenante de activación del riesgo
71	AMBIENTAL	Mayores costos por cumplimiento planes de compensación	COSTO	4=Alto	8 =Alto	32		Actos administrativos de aprobación de permisos ambientales, que contienen las obligaciones y compensaciones a ejecutar
73	AMBIENTAL	Capacidad de zedmes	COSTO	2=Bajo	4 =Moderado	8		Cálculo de mayores cantidades de movimientos de tierra durante la construcción
75	AMBIENTAL	Afectación al paisaje cultural cafetero	ALCANCE	4=Alto	8 =Alto	32		Visitas de seguimiento de los delegados la ANLA y CRQ, quejas de la comunidad y dirigencia política de la región.
26	POLÍTICO/SOCIAL	Invasión del derecho de vía en los tramos de calzada existente	COSTO	4=Alto	2 =Bajo	8		Dificultad por parte de los Municipios para desafectar el corredor
27	POLÍTICO/SOCIAL	Fallos judiciales por acciones populares	COSTO	2=Bajo	4 =Moderado	8		Acciones populares y derechos de petición
2	POLÍTICO/SOCIAL	Oposición de comunidades al trazado de la vía	ALCANCE	4=Alto	8 =Alto	32		Derechos de petición, artículos de la prensa
20	POLÍTICO/SOCIAL	Solicitudes dirigencia política	ALCANCE	3=Moderado	4 =Moderado	12		Solicitudes constantes a la Agencia Nacional de Infraestructura
41	POLÍTICO/SOCIAL	Orden publico	COSTO	1=Muy Bajo	4 =Moderado	4		Presencia de grupos al margen de la Ley y alerta por parte de las autoridades
42	POLÍTICO/SOCIAL	Cruces con vías terciarias y veredales	COSTO	3=Moderado	4 =Moderado	12		Accidentes en los cruces de las vías
55	POLÍTICO/SOCIAL	Oposición alcaldes de Calarcá, Armenia y La Tebaida	COSTO	2=Bajo	8 =Alto	16		Inconformidad de los dirigentes
65	POLÍTICO/SOCIAL	Actas de vecindad	COSTO	2=Bajo	2 =Bajo	4		Registros incompletos
15	REDES	Redes subterráneas de servicios públicos	COSTO	3=Moderado	4 =Moderado	12		Encuentro inesperado de redes durante la ejecución de la obra, cambios en la normatividad posterior a los diseños.
16	REDES	Redes aéreas de servicios públicos	COSTO	2=Bajo	2 =Bajo	4		Demoras en el inicio de traslado de redes por parte de las empresas de servicios públicos, cambios en la normatividad posterior a los diseños.
7	DISEÑOS	Ajuste diseño zonas de depósito de material de excavación	COSTO	3=Moderado	4 =Moderado	12		Falta de capacidad en los aprobados y distancia de recorrido

ID No.	Tipo de riesgo	Riesgo identificado	Área de impacto	Probabilidad	Impacto	Calificación	severidad	Desencadenante de activación del riesgo
10	DISEÑOS	Cambios estratigráficos del suelo	COSTO	3=Moderado	4 =Moderado	12		Incongruencias con los diseños
14	DISEÑOS	Restitución de accesos	COSTO	4=Alto	4 =Moderado	16		Quejas y derechos de petición, informes de interventoría.
24	DISEÑOS	Modificaciones al trazado por inconvenientes prediales y ambientales	ALCANCE	4=Alto	4 =Moderado	16		Dificultad en la adquisición del predio. Inconformidad por parte de grupos ambientalistas, solicitudes de la Autoridad Ambiental.
60	DISEÑOS	Nuevos diseños	TIEMPO	2=Bajo	4 =Moderado	8		Condiciones especiales encontradas durante la ejecución de la obra, obras adicionales y/complementarias
3	CONSTRUCCIÓN	Suministro de mezcla asfáltica	COSTO	2=Bajo	8 =Alto	16		Daños en la planta de producción
4	CONSTRUCCIÓN	Suministro de asfalto	COSTO	2=Bajo	4 =Moderado	8		Incumplimientos con el despacho del material
8	CONSTRUCCIÓN	Temporadas invernales	COSTO	5=Muy Alto	8 =Alto	40		Incremento de la cantidad y periodos de precipitaciones en la zona
12	CONSTRUCCIÓN	Suministro de concreto premezclado	COSTO	2=Bajo	4 =Moderado	8		Atrasos con el despacho e inconvenientes en el transporte del material
13	CONSTRUCCIÓN	Accidentes laborales	COSTO	3=Moderado	16 =Muy Alto	48		Incremento de ausentismos por accidentes
17	CONSTRUCCIÓN	Aumento de tráfico vehicular en las vías de acceso a las obras	COSTO	3=Moderado	4 =Moderado	12		Quejas y derechos de petición
18	CONSTRUCCIÓN	Deterioro de las vías de acceso	COSTO	3=Moderado	4 =Moderado	12		Daños en los vehículos y retrasos en el desplazamiento
19	CONSTRUCCIÓN	Hallazgos arqueológicos	COSTO	3=Moderado	16 =Muy Alto	48		Encuentro inesperado de objetos arqueológicos durante la ejecución de la obra
21	CONSTRUCCIÓN	Alteraciones en el precio de suministros	COSTO	3=Moderado	4 =Moderado	12		Fluctuaciones en los precios de insumos para la fabricación del material
25	CONSTRUCCIÓN	Mayores cantidades de obra	COSTO	3=Moderado	16 =Muy Alto	48		Alcance de obras diseñadas insuficientes
30	CONSTRUCCIÓN	Modificaciones a los diseños durante el proceso constructivo	ALCANCE	2=Bajo	4 =Moderado	8		Condiciones encontradas durante la ejecución diferentes a las proyectadas en el diseño



ID No.	Tipo de riesgo	Riesgo identificado	Área de impacto	Probabilidad	Impacto	Calificación	severidad	Desencadenante de activación del riesgo
31	CONSTRUCCIÓN	Imprecisión en la clasificación de los materiales en la construcción de terraplenes.	CALIDAD	2=Bajo	4 =Moderado	8		Aparición de mayores cantidades de material no apto para la conformación de terraplenes
32	CONSTRUCCIÓN	Demolición de estructuras	CALIDAD	2=Bajo	4 =Moderado	8		Informes de la Interventoría
33	CONSTRUCCIÓN	Suministro de agregados	COSTO	2=Bajo	8 =Alto	16		Dificultad para el suministro y transporte de material de los sitios proyectados
34	CONSTRUCCIÓN	Transporte y utilización de explosivos.	COSTO	2=Bajo	4 =Moderado	8		Accidente
35	CONSTRUCCIÓN	Control de calidad	CALIDAD	3=Moderado	4 =Moderado	12		Informes de Interventoría
38	CONSTRUCCIÓN	Daños a viviendas durante el proceso constructivo	CALIDAD	2=Bajo	2 =Bajo	4		Quejas de los propietarios
40	CONSTRUCCIÓN	Transporte de materiales	COSTO	2=Bajo	8 =Alto	16		Mayor distancia por M3 transportado
43	CONSTRUCCIÓN	Señalización temporal	COSTO	2=Bajo	8 =Alto	16		Recursos adicionales para la compra de mayores cantidades de elementos de señalización
45	CONSTRUCCIÓN	Presencia de acuíferos confinados	COSTO	3=Moderado	2 =Bajo	6		Aguas subterráneas
46	CONSTRUCCIÓN	Aumento de tránsito vehicular por carreo de escombros y materiales	COSTO	4=Alto	4 =Moderado	16		Quejas de la comunidad, aumento de material particulado
49	CONSTRUCCIÓN	Trabajos en alturas	CALIDAD	3=Moderado	8 =Alto	24		Conformación de taludes, construcción de puentes y viaductos
52	CONSTRUCCIÓN	Subcontratistas	ALCANCE	2=Bajo	4 =Moderado	8		No conformidades por parte del interventor
56	CONSTRUCCIÓN	Deficiencias en la señalización temporal	CALIDAD	2=Bajo	2 =Bajo	4		Solicitudes del interventor, quejas de la comunidad
57	CONSTRUCCIÓN	Atención de emergencias por derrumbes	COSTO	2=Bajo	4 =Moderado	8		Incremento de los periodos de temporadas invernales.
59	CONSTRUCCIÓN	Revisiones y aprobación de	TIEMPO	3=Moderado	2 =Bajo	6		Revisiones por parte de los especialistas de la interventoría

ID No.	Tipo de riesgo	Riesgo identificado	Área de impacto	Probabilidad	Impacto	Calificación	severidad	Desencadenante de activación del riesgo
		modificaciones al diseño						
61	CONSTRUCCIÓN	Mantenimiento de las vías de acceso a las fuentes de materiales.	COSTO	4=Alto	4 =Moderado	16		Quejas de la comunidad, mayor tiempo en el desplazamiento
62	CONSTRUCCIÓN	Daños en el funcionamiento de la maquinaria y/o equipos.	TIEMPO	2=Bajo	4 =Moderado	8		Interrupciones en el funcionamiento, no disponibilidad de repuestos especiales
63	CONSTRUCCIÓN	No recibo de las obras por parte de la interventoría	CALIDAD	2=Bajo	8 =Alto	16		Informes de la Interventoría
64	CONSTRUCCIÓN	Accidentes de tránsito de los vehículos del proyecto	COSTO	2=Bajo	4 =Moderado	8		Imprudencia conductores, fallas mecánicas
66	CONSTRUCCIÓN	Deficiencias en la planeación	COSTO	2=Bajo	8 =Alto	16		Reducción en el rendimiento, pérdidas, reprocesos
67	CONSTRUCCIÓN	Horas extras	COSTO	3=Moderado	8 =Alto	24		Reducción del plazo para la entrega de las obras
5	CONSTRUCCIÓN	Variaciones en los precios del asfalto	COSTO	2=Bajo	2 =Bajo	4		Fluctuaciones con el precio internacional del petróleo
6	CONSTRUCCIÓN	Variaciones en el precio de los combustibles	COSTO	4=Alto	4 =Moderado	16		Incremento constante del precio de la gasolina y diésel
51	CAMBIARIO	Precio del dólar	COSTO	4=Alto	4 =Moderado	16		Fluctuaciones de la tasa cambiaria
9	REGULATORIO	Actualizaciones en las especificaciones técnicas	ALCANCE	3=Moderado	4 =Moderado	12		Nuevas tecnologías, ajustes en la normatividad
74	REGULATORIO	Cambios en la legislación tributaria	COSTO	3=Moderado	4 =Moderado	12		Leyes y Decretos que modifican e implementan nuevas normas tributarias
47	TÚNELES	Deslizamientos y erosión en los portales de los túneles	COSTO	2=Bajo	8 =Alto	16		Derrumbes
48	TÚNELES	Altas temperaturas en el túnel durante la excavación	TIEMPO	2=Bajo	2 =Bajo	4		Altas temperaturas en el sector

ID No.	Tipo de riesgo	Riesgo identificado	Área de impacto	Probabilidad	Impacto	Calificación	severidad	Desencadenante de activación del riesgo
50	TÚNELES	Aumento de los requerimientos de soporte e inyección del túnel	CALIDAD	2=Bajo	4 =Moderado	8		Condiciones encontradas durante la ejecución diferentes a las proyectadas en el diseño
28	FUERZA MAYOR	Terremoto	COSTO	2=Bajo	16 =Muy Alto	32		Zona de alto riesgo sísmico
29	FUERZA MAYOR	Erupción volcán machín	TIEMPO	2=Bajo	16 =Muy Alto	32		Nivel de alerta Naranja (IV)
37	FUERZA MAYOR	Geología	ALCANCE	1=Muy Bajo	8 =Alto	8		El proyecto está atravesado por varias fallas geológicas, que tienen su origen en sistemas de fallamiento regional como el sistema Cauca-Romeral
72	FUERZA MAYOR	Demoras en la Aprobación de licencias o permisos	TIEMPO	3=Moderado	4 =Moderado	12		Requerimientos de estudios adicionales, reprocesos en los trámites ambientales y demoras en las respuestas por parte de las autoridades ambientales
76	FUERZA MAYOR	Eventos asegurables	COSTO	1=Muy Bajo	8 =Alto	8		Ocurrencia de eventos por fenómenos naturales
77	FUERZA MAYOR	Eventos no asegurables	COSTO	1=Muy Bajo	8 =Alto	8		Ocurrencia de eventos que alteren el orden público, hallazgos arqueológicos y la presencia de minas y yacimientos.

## 2.11 PRIORIZACIÓN DE LOS RIESGOS

Con base en esta evaluación cualitativa de los riesgos identificados, para el presente estudio, se prioriza una cantidad de 10 amenazas, que cuentan con las mayores calificaciones y con severidad alta, y que pueden impactar negativamente y desencadenar un posible desequilibrio económico al proyecto en caso de materializarse, las cuales se relacionan a continuación:

Tabla 7. Priorización de riesgos del proyecto de construcción

ID No.	Categoría del riesgo	Riesgo identificado	Área de impacto	Calificación	Severidad
68	PREDIAL	Mayores valores por adquisición predial	TIEMPO	40	Alta
70	PREDIAL	Culminación procesos prediales	TIEMPO	32	Alta
71	AMBIENTAL	Mayores costos por cumplimiento planes de compensación	COSTO	32	Alta
75	AMBIENTAL	Afectación al paisaje cultural cafetero	ALCANCE	32	Alta
2	POLITICO/SOCIAL	Oposición de comunidades al trazado de la vía	ALCANCE	32	Alta
8	CONSTRUCCIÓN	Temporadas invernales	COSTO	40	Alta
13	CONSTRUCCIÓN	Accidentes laborales	COSTO	48	Alta
19	CONSTRUCCIÓN	Hallazgos arqueológicos	COSTO	48	Alta
25	CONSTRUCCIÓN	Mayores cantidades de obra	COSTO	48	Alta
29	FUERZA MAYOR	Erupción volcán machín	TIEMPO	32	Alta

### 3 ANÁLISIS DESCRIPTIVO

El capítulo 3 de este informe desarrolla a grandes rasgos primero un apartado de generalidades y luego un análisis descriptivo de los riesgos priorizados, desarrollado a partir de 10 subtítulos.

#### 3.1 GENERALIDADES

El análisis descriptivo es una metodología que antecede a los estudios cuantitativos; (Krause, 1995), describe la existencia de diferentes tipos de estudios cualitativos: descriptivos (que pueden dar lugar a tipologías descriptivas), analítico-relacionales (a través de los cuales se crean modelos teóricos) y de investigación-acción (orientados al cambio). Sin embargo, y a pesar de sus diferencias, en la mayoría de los estudios cualitativos la selección de la muestra, la recolección de datos, el análisis y la generación de resultados están en una relación recíproca.

Para QuestionPro, las ventajas de un análisis descriptivo son:

- El investigador tiene un alto grado de objetividad y neutralidad.
- Se considera expansivo en comparación con otros métodos cualitativos y ofrece un amplio panorama de un fenómeno.
- Es el mejor método para la recolección de datos que describe las relaciones y exhiben el mundo real.
- El conocimiento del análisis descriptivo ayuda a la comprensión de un tema y a interpretar los resultados de modelos estadísticos más complejos modelos simples.
- Este tipo de estudio da al investigador la flexibilidad de utilizar tanto datos cuantitativos como datos cualitativos para descubrir las características de la población.

Definidas las amenazas con severidad alta que pueden impactar negativamente y desencadenar un posible desequilibrio económico al proyecto en caso de su materialización u ocurrencia durante el desarrollo del proyecto, se hizo revisión documental de cada amenaza, visitas a los sitios por donde se proyecta el trazado propuesto para la construcción de la doble calzada La Paila-Calarcá, para observar y detectar el alcance de estas amenazas, y con base en la información recolectada, en la experiencia y juicio de los expertos que han participado en obras similares en especial, durante la etapa de construcción de la concesión Autopistas del Café, se realizó el análisis descriptivo de los procedimientos de ejecución de actividades que pueden desencadenar las siguientes amenazas:

- Mayores valores por adquisición predial
- Culminación procesos prediales
- Mayores costos por cumplimiento planes de compensación
- Afectación al paisaje cultural cafetero
- Oposición de comunidades al trazado de la vía
- Temporadas invernales
- Accidentes laborales
- Hallazgos arqueológicos
- Mayores cantidades de obra
- Erupción volcán machín

### 3.2 ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LOS RIESGOS PRIORIZADOS

A continuación, se realiza una descripción de los mayores valores por adquisición predial que requieren su descripción.

#### 3.2.1 Descripción de los mayores valores por adquisición predial

El sitio web: (Nuevo Cauca, 2016) se define la gestión predial como el proceso conducente a obtener la titularidad y disponibilidad del predio a favor del Estado el cual comprende: a) La Investigación técnica, jurídica, física y socio-económica, donde se identifica la relación existente entre los inmuebles requeridos para la ejecución del proyecto y sus propietarios y /o terceros; b) las actividades necesarias para iniciar y culminar la adquisición del predio, bien sea a través de enajenación voluntaria o expropiación; c) las acciones correspondientes para lograr la restitución del espacio público y la adjudicación de baldíos y ejidos; y d) demás acciones tendientes a la obtención de la titularidad de los Predios requeridos para la ejecución del Proyecto<sup>12</sup> (apéndice predial contrato de concesión 0113 de 1997).

En este estudio no se profundiza en las consecuencias de las demoras de adquisición de predios, ya que el riesgo de no disponibilidad de predios es bajo, puesto que la evaluación y la negociación en el país es más eficiente actualmente, con la entrada en vigencia de la Ley de Infraestructura<sup>13</sup> 1682 de (2013), que permite la disponibilidad oportuna de los inmuebles necesarios para los proyectos. En procesos anteriores a la entrada de la citada Ley, se presentaba dilaciones en los procesos administrativos y judiciales expropiación, imposibilidad de registro de compra predios por el Estado, inexistencia de estándares para los métodos de avalúo, lo que generaba demoras por trámites complejos o

<sup>12</sup> El Apéndice predial del contrato de concesión 0113 de 1997, establece el procedimiento que el concesionario debe cumplir para gestionar la adquisición de predios necesarios para la materialización del proyecto de construcción.

<sup>13</sup> Con la entrada en vigencia del Artículo 19 de la Ley 1882 de 2013, queda autorizada la expropiación administrativa o judicial de los bienes e inmuebles urbanos y rurales que se requieran para tal fin, de conformidad con el artículo 58 de la Constitución Política.

accidentados, que podían tardar años en obtener disponibilidad de los predios requeridos.

Una de las vulnerabilidades que se presentan en los proyectos de construcción de carreteras es la afectación del presupuesto por las variaciones en los costos prediales estimados durante la etapa de estructuración del proyecto vs los costos reales de negociación de los predios. Durante la etapa de estructuración, estudios y diseños a nivel fase III y elaboración del presupuesto del proyecto, la estimación de los costos prediales, con base en el trazado de la vía y el cumplimiento de la Ley 1228 de 2008<sup>14</sup>, que determinan las fallas mínimas de retiro obligatorio o áreas de exclusión para las vías de orden Nacional, se obtiene la franja de terreno mínima requerida para la materialización de la obra.

Para establecer la cantidad de predios que se pueden afectar, se obtiene de la información suministrada por el IGAC; con los planos de cada predio en medio magnético, los trazados viales y el ancho del corredor vial aportado por el diseño geométrico, se calcula el área estimada que se requiere de cada predio. Para la determinación de los valores estimados, se identifican y analizan las zonas físicas del IGAC, las cuales se verifican en terreno y se ajustan en algunos casos a las condiciones reales actuales de cada zona, se definen las zonas homogéneas, y se investigan las condiciones de mercado con diferentes oficinas inmobiliarias en este caso de Armenia y Cali.

Con esta información, con las áreas requeridas y la cantidad de predios identificados, se procede a calcular el valor estimado de compra de los predios y el costo estimado de la gestión predial, por tanto, con la suma de estos dos costos, se proyecta el presupuesto estimado para adelantar la gestión predial del proyecto.

Durante este proceso de gestión predial, normalmente no se hacen levantamientos al detalle de fichas prediales y estudios de títulos, ya que se generarían falsas expectativas por parte de los propietarios y puede afectar el valor final de los predios, incrementando los costos por posibles mejoras que ejecuten los propietarios antes del inicio de la etapa de compra de predios, aumentando el costo de los avalúos comerciales.

### **3.2.2 Costo real de la gestión predial**

La etapa de compra de predios, se inicia una vez sean aprobados los estudios y diseños por la interventoría y se obtengan los permisos ambientales correspondientes; agotadas estas actividades de preconstrucción, se procede con las siguientes etapas<sup>15</sup>:

---

<sup>14</sup> La Ley 1228 de 2008, establece las zonas de reserva para carreteras de Primer Orden en sesenta (60) metros; su medición se tomará la mitad a cada lado del eje de la vía. En vías de doble calzada de cualquier categoría la zona de exclusión se extenderá mínimo veinte (20) metros a lado y lado de la vía que se medirán a partir del eje de cada calzada exterior.

<sup>15</sup> Apéndice predial contrato de concesión Autopistas del café S.A.



- **Elaboración de fichas prediales:** verificando que la información contenida en estas corresponda con la realidad actualizada de cada inmueble, para lo cual deberá adelantar la revisión, actualización y validación de la información técnica, física, socio-económica y jurídica de todas y cada una de las fichas prediales de los predios requeridos para la ejecución del proyecto.
- **Estudio de títulos:** concepto jurídico respecto de la tradición del predio durante los últimos veinte años, así como del estado de los derechos reales que sobre éste recaen -dominio, herencia, usufructo, uso, habitación, servidumbres activas o hipotecas- y de la existencia de gravámenes que puedan afectar a los mismos.
- **Confrontación de información:** corresponde al cruce de la información técnica (áreas levantadas en terreno, registros fotográficos de los predios, información catastral, urbanismo, entre otros) con la información obtenida de los títulos (folio de matrícula, escritura pública, resolución de adjudicación, entre otros).
- **Identificación de áreas requeridas:** el contratista es el responsable de la correcta identificación y determinación de las áreas requeridas que serán objeto de adquisición, así como de la adquisición misma de predios o porciones de terreno en exceso a las requeridas para el adecuado desarrollo del proyecto, como es el caso de la identificación de áreas remanentes que deban ser adquiridas por no ser desarrollables en sí mismas en razón de su tamaño o funcionalidad, previa certificación de esta situación por parte de las oficinas de planeación competentes.
- **Elaboración de fichas sociales:** serán elaboradas de conformidad con lo previsto en la Resolución 545 de 2008 emitida por el INCO y/o la norma de reconocimientos socio prediales. A partir del momento en que se obtenga la tira predial con la base catastral, el inventario predial y la tira topográfica, se deberá proceder de manera inmediata a la elaboración de los estudios sociales para cada uno de los predios requeridos.
- **Avalúos comerciales:** el contratista deberá contratar la elaboración y obtener los avalúos comerciales corporativos, de acuerdo con lo establecido en la Ley 9 de 1989, modificada por la Ley 388 de 1997, la Ley 1682 de 2013, el Decreto 1420 de 1998, la resolución reglamentaria 620 de 2008 expedida por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), la Resolución 898 de 2014 expedida por el IGAC y demás normas aplicables, y de ser necesario, adelantar las acciones de revisión e impugnación dentro de los términos establecidos en las normas señaladas o aquellas que las modifiquen, según el caso. El avalúo de los predios deberá ser realizado por un gremio o lonja de propiedad raíz, que son las asociaciones o colegios que agrupan a profesionales en finca raíz, peritazgo y avalúo de inmuebles. (Art. 9 Decreto 1420 de 1998), o por el IGAC.

### **3.2.3 Análisis del riesgo**

Obtenida la cantidad real de predios por adquirir y su precio real, generalmente resulta que el costo predial puede ser muy superior al estimado, generando sobrecostos al presupuesto del proyecto. Adicionalmente, debido a que la composición predial que abarca la mayor parte del proyecto es suburbana, la posibilidad de incrementos de los costos estimados inicialmente, tiene una probabilidad de ocurrencia es muy alta.

Esto puede suceder por factores tales como el efecto de plusvalía, la presencia de actividades económicas comerciales e industriales, la demostración de perjuicios a posteriori que podrían ser reconocidos judicialmente. El impacto de la ocurrencia de este tipo de riesgo se estima alto (A), reflejado en un incremento en la inversión en predios.

Según la ANI, con la entrada en vigencia de las concesiones de cuarta generación, se crea un fondo de contingencias, que será el que cubra la garantía parcial de los recursos adicionales por los sobrecostos en los riesgos asumidos o compartidos entre el Estado y el privado, siendo este concepto parte de la evolución en la asignación de riesgos de la cuarta generación. La garantía parcial propone para los riesgos predial, ambiental y de redes, que el privado asuma la totalidad de los sobrecostos entre el 100 y el 120 %, que comparta con el público los sobrecostos entre el 120 y el 200 % en una proporción de 30/70 y, en el caso que estos superen el 200 %, el excedente lo asume el público.

## **3.3 CULMINACIÓN DE PROCESOS PREDIALES**

En este apartado se hará una descripción, se mencionarán los inconvenientes para la obtención de la titularidad del predio, y el análisis de riesgos.

### **3.3.1 Descripción**

Una vez se cuente con la disponibilidad de todas las áreas requeridas para la materialización de la obra, ya sea por enajenación voluntaria o por expropiación y como se indicó anteriormente, con el riesgo de no disponibilidad de predios por ser bajo, debido a que los mecanismos para obtener los permisos de ocupación y disponibilidad de las áreas requeridas para las obras es más eficiente actualmente con la entrada en vigencia de la Ley 1682 de Infraestructura (2013), que permite la disponibilidad oportuna de los inmuebles necesarios para los proyectos.

En procesos anteriores a la entrada de la citada Ley, se presentaba dilaciones en los procesos administrativos y judiciales para expropiación, imposibilidad de registro de compra predios por el Estado, inexistencia de estándares para los métodos de avalúo, lo que generaba demoras por trámites complejos o accidentados, que podían tardar años

en obtener disponibilidad de los predios requeridos y años en obtener la titularidad del predio a nombre del Estrado.

Ahora bien, la culminación de los procesos prediales, tiene dos fases. La primera es la suscripción de la escritura pública de compraventa suscrita por las partes, debidamente registrada en la oficina de registro de instrumentos públicos correspondiente, junto con la copia del folio de matrícula inmobiliaria a nombre de la ANI, libre de gravámenes y limitaciones al dominio. La segunda fase es el reconocimiento económico por la gestión predial adelantada, la cual se hará una vez haya cumplido con lo siguiente<sup>16</sup>

- Que cuente con el folio de matrícula inmobiliaria a nombre de la ANI.
- Que haya realizado el pago del último contado del valor del predio y sus correspondientes compensaciones sociales.
- Que haya radicado el expediente predial en la ANI completo para proceder con su archivo.

### **3.3.2 Inconvenientes para la obtención de la titularidad del predio**

En caso de que no se obtenga el predio por enajenación voluntaria, el contratista está a cargo del proceso de expropiación judicial, y será el responsable de la realización de todas las actuaciones judiciales hasta tanto el Juez ordene la inscripción de la sentencia mediante el cual se otorga la titularidad a la ANI y la misma sea registrada en el respectivo folio de matrícula inmobiliaria, previa cancelación de todos los valores ordenados por el Juzgado de conocimiento del proceso<sup>17</sup>.

Adicionalmente, la gestión predial puede presentar dificultades en el proceso de estudio de títulos y aceptación de avalúos que conllevan a dichos procesos de expropiación, que dependen de la decisión de un juez culminar con la escrituración del predio a nombre de la Entidad; en la práctica se han detectado los siguientes durante la gestión predial, según se menciona en el documento (Ministerio de Transporte, 2018, pp. 08-09):

- Disímiles criterios entre los evaluadores de predios y la interventoría.
- Demoras originadas en procesos judiciales.
- Procesos pendientes de decidirse en relación con obligaciones relativas al impuesto predial.
- Inconvenientes relacionados con sucesiones ilíquidas o con dificultades para identificar propietarios de los inmuebles

<sup>16</sup> Contrato de concesión 0113 de 1997

<sup>17</sup> Apéndice predial contrato de concesión No. 0113 de 1997

- Imposibilidad práctica para los concesionarios de adquirir predios de las personas que hacen parte de las listas de riesgos (OFAC<sup>18</sup>).
- Predios adquiridos por el INVIAS respecto de los cuales no se efectuó el desenglobe o no se formalizaron las áreas objeto de adquisición.
- Existencia de bienes de uso público invadidos y sobre los cuales existen situaciones jurídicas consolidadas.
- Imposición de obligaciones a terceros que deben ejecutarse bajo tiempos no controlables por los concesionarios (liberación de gravámenes y limitaciones, determinación de linderos de áreas sobrantes, actualizaciones de información catastral y jurídica, vicisitudes de la titularidad de los bienes como procesos de sucesión, y posesiones inscritas, entre otros).
- Existencia de embargos por tesorerías municipales y por instituciones bancarias, así como de hipotecas a personas naturales.
- Falta de confiabilidad en la información y contenidos errados en la tradición del inmueble, así como desafectación de áreas comunes y privadas para el caso de propiedad horizontal, prohibiciones de enajenar o derechos inscritos en predios declarados como abandonados.
- Diferencias en la regulación en la materia en los diferentes municipios, tales como falencias en los certificados de usos y no desarrollabilidad, otorgamiento de licencias de construcción por parte de los municipios en desconocimiento de las resoluciones de declaratoria de utilidad pública de los diferentes proyectos.
- Desactualización de la información catastral o predios sin cédula catastral, predios con matrículas inmobiliarias que no coinciden con los títulos de adquisición, diferencia de áreas y linderos.
- Inconvenientes en relación con los predios baldíos, cesión entre entidades, desalojo de ocupantes de bienes baldíos, demoras en la respuesta a solicitudes de actualizaciones, entre otros.

El estado de informalidad en el que se encuentra buena parte de la tradición de la propiedad en el país, particularmente por presencia de falsas tradiciones, sucesiones ilíquidas o la existencia de medidas cautelares impuestas a los predios, por ejemplo, hacen tangible un impedimento para que el contratista pueda obtener oportunamente el título del predio requerido, ya que se hace indispensable el desarrollo de trámites ante diferentes entidades para el debido saneamiento.

En los casos de adquisición parcial del predio, se hace necesario efectuar el trámite de desenglobe para la obtención de un folio de matrícula del área adquirida. Este

---

<sup>18</sup> Oficina de Control de Activos Extranjeros: es un organismo de control financiero dependiente del Departamento del Tesoro de los Estados Unidos.

procedimiento, que debe adelantarse ante las oficinas de catastro, ha venido demandando mayor tiempo del inicialmente previsto.

El tramo que segunda calzada adosada a la existente, La Paila-El Alambrado y Barcelona-La Española; los predios sobre los cuales el Estado ejecutó la calzada existente, no cuentan con la debida formalización de la propiedad<sup>19</sup>. En el diagnóstico del Ministerio de Transporte acerca de la gestión predial, manifiesta que el caso recurrente es la existencia de predios y bienes de uso público adquiridos por el Fondo Nacional Vial y por el INVIAS y sobre los cuales no se adelantaron los trámites de desenglobe o la delimitación de las áreas adquiridas, entre otros.

Las dificultades en la materia radican en que entidades del sector no aportan la información suficiente y tampoco tiene la intención de formalizar debidamente la propiedad. Cuando se solicita soportes documentales de las gestiones que reposan en aquellas, esta entidad no suministra la información respectiva.

De otro lado, en cuanto a la formalización de la propiedad, al ser una responsabilidad de la entidad propietaria, se les ha solicitado a diferentes entidades continuar con los trámites de registro, desenglobe y demás, sin embargo, ello no ocurre. Adicionalmente, algunos de estos predios están ocupados ilegalmente por terceros que se niegan a abandonar el predio aduciendo presuntos derechos adquiridos, no obstante, tampoco se inician los procesos de restitución del inmueble (Ministerio de Transporte, 2018, pp. 10-11).

### **3.3.3 Análisis del riesgo**

Los trámites anteriores demandan un tiempo significativo, para efectos de lograr la correspondiente titularidad en nombre de la nación, acarreando demoras en el cierre del proceso de gestión predial, que incluso puede tardar años para la legalización de la escritura y el reconocimiento al contratista los costos derivados de dicha gestión.

En el caso de la concesión Autopistas del Café, recibió por parte del INCO la delegación de la gestión predial en el año 2005, que a este año se requerían 261 predios para la construcción de las obras; las áreas requeridas se obtuvieron, sin embargo, a octubre de 2013, 8 años después se había legalizado la titularidad de 91 predios, que corresponde al 35% de las negociaciones prediales<sup>20</sup>, incluso varias de estas negociaciones se iniciaron en el año 1998; por tanto, teniendo en cuenta todos los aspectos mencionados, la probabilidad de ocurrencia de culminación de procesos prediales, es alta y con un

<sup>19</sup> El INVIAS hace entrega del corredor vial al INCO y a su vez al concesionario Autopistas del Café mediante otrosí de junio de 2005, el cual no se aporta inventario ni información predial del tramo.

<sup>20</sup> Informe de interventoría, noviembre de 2013

impacto alto para el desarrollo del proyecto, ya que se genera un pasivo predial que no es posible determinar su fecha de culminación, ocasionando recursos adicionales para el seguimiento y culminación de estos procesos

### **3.4 MAYORES COSTOS POR CUMPLIMIENTO DE LOS PLANES DE COMPENSACIÓN AMBIENTAL**

En este apartado se desarrollarán los subtemas de descripción y el análisis de riesgos.

#### **3.4.1 Descripción**

El proyecto comprende las siguientes carreteras de orden nacional: segunda calzada La Paila-El Alambrado, par vial El Alambrado-La Herradura, doble calzada La Herradura-Barcelona, segunda calzada Barcelona-La Española, doble calzada La Española-El Caimo, doble calzada La Española-Calarcá y las siguientes carreteras de carácter departamental: El Edén-Zona Franca. Para la construcción del primer grupo se requiere el trámite de licencia ambiental ante la ANLA y para la construcción del segundo, el trámite de licencia ambiental ante la CRQ.

Para todos los tramos se requiere diagnóstico ambiental de alternativas, DAA, excepto para los tramos donde se plantea una segunda calzada adosada a la existente (La Paila-El Alambrado, El Alambrado-La Herradura). Adicionalmente, se requiere DAA para los túneles cortos de Quebrada Nueva en el tramo La Paila – El Alambrado. Para el trayecto La Española-Calarcá, se encuentra dentro de la Reserva Forestal Nacional Central, declarada mediante Ley 2ª de 1959, por lo que es necesario realizar el proceso de sustracción de reserva forestal ante la dirección de bosques, biodiversidad y servicios ecosistémicos del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). En la fase de preconstrucción se determinará si se afectan especies declaradas en veda nacional o regional, para lo cual se deberá proceder con el levantamiento de dicha veda (Art. 21 Decreto 2820 de 2010).

En la estructuración del proyecto y para iniciar los trámites de permisos ambientales, se deben establecer en los estudios y diseños definitivos: los impactos ambientales del proyecto, los mecanismos de mitigación y los costos para la compensación y/o recuperación ambiental. Como consecuencia de esto, se espera que lo proyectado no varíe.

Teniendo en cuenta que los trámites ambientales se inician una vez se culmine la etapa de los estudios y diseños y aprobados por la interventoría, la probabilidad de que en la emisión de la licencia ambiental por parte de la autoridad nacional de licencias ambientales ANLA y la autoridad regional, establezcan requerimientos considerados



necesarios para controlar los impactos del proyecto, adicionales a los estimados para el presupuesto de la obra, es alta; no obstante, durante el proceso de seguimiento a la licencia pueden aparecer impactos no previstos que conlleven a ANLA a realizar requerimientos no previstos, por tanto, el impacto se considera alto ya que no se conoce en cuánto se puede aumentar el monto presupuestado en obras y actividades ambientales.

### **3.4.2 Análisis de riesgos**

Las compensaciones ambientales corresponden a los requerimientos que la autoridad ambiental hace al contratista mediante los permisos, licencias ambientales y/o leyes aplicables. Es así que se definen como compensaciones las siguientes: compensaciones por pérdida de biodiversidad, por uso y aprovechamiento de los recursos naturales, (inversión forzosa de no menos del 1% por uso de agua en proyectos de infraestructura) y por sustracción de áreas protegidas; así como las actividades relacionadas con la ejecución del plan de reasentamientos.

Las compensaciones socioeconómicas, corresponden al reconocimiento que se hace a las personas de la comunidad afectada de conformidad con la Resolución 545 del 2008 del INCO hoy ANI.

Dado lo anterior, el gobierno nacional consideró reglamentar la asignación de compensaciones ambientales para el componente biótico, señaladas por el artículo 57 de la Ley 99 de 1993, reglamentación que se dio mediante la Resolución 1517 de 2012, por medio de la cual se adoptó un: manual de asignación de compensaciones por pérdida de biodiversidad, aplicable a los proyectos, obras, o actividades sujetas a licenciamiento ambiental de competencia de la ANLA.

Mediante la resolución 0256 del 22 de febrero de 2018, se actualiza el manual, teniendo en cuenta las lecciones aprendidas de años de implementación, los intercambios de experiencias nacionales e internacionales, y el apoyo de expertos del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, del Programa Medio Ambiente Colombia (PROMAC) de la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, The Nature Conservancy –TNC, World Wildlife Fund (WWF) y Conservación Internacional (CI); la ANLA-, insumos recibidos a través del convenio 154 del 20133 realizado con Wildlife Conservation Society (WCS), Autoridades Ambientales como: La Corporación Autónoma Regional del Atlántico (CRA), Corporación Autónoma Regional del Tolima (Cortolima), Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC)-, Corporación Autónoma Regional del Atlántico (CRA), Corporación para el Desarrollo Sostenible del Urabá (CORPOURABA), Secretaria Distrital de Ambiente de Bogotá Distrito Capital (SDA), entre otros.



Ahora bien, las compensaciones por pérdida de biodiversidad, se definen de acuerdo a lo establecido por el: manual para la asignación de compensaciones ambientales del ministerio de ambiente y se calcula de acuerdo a la afectación que el proyecto tenga sobre las coberturas vegetales, ecosistemas estratégicos y biodiversidad de fauna y flora de la región; las compensaciones socioeconómicas se incluyen en el plan básico de gestión social y se estiman los costos de acuerdo con la Resolución 545 de 2008 y con base en los inventarios socio-económicos realizados en cada una de las unidades sociales de los tramos del proyecto.

Si bien en cada una de las etapas del proyecto se estiman los costos de las compensaciones; en la medida en que se profundiza en los estudios de detalle las compensaciones requeridas pueden aumentar a tal grado que sean mayores a las presupuestadas inicialmente. En la etapa de estructuración del proyecto, no se cuenta con los estudios detallados ni los análisis de la autoridad ambiental con respecto a la afectación de los ecosistemas presentes en la región, por tanto, se incluye en el presupuesto de la obra, un valor global estimado para gestión ambiental, que cubre los costos derivados de los trámites correspondientes para la obtención de los permisos ante las autoridades ambientales y de arqueología y un estimado para cubrir los costos por compensaciones ambientales. Adicionalmente, el tramo La Española-Calarcá atraviesa la reserva forestal central declarada como reserva nacional mediante la Ley 2 de 1959.

Por lo tanto y ya que solo hasta la etapa de preconstrucción con los estudios de detalle se puede evidenciar la verdadera afectación, la probabilidad del riesgo se considera alta. Si bien el Ministerio del Interior y el INCODER han manifestado que no existen comunidades indígenas legalmente constituidas en el área del proyecto, minimizando el riesgo de una consulta previa, el impacto se considera alto por la experiencia observada de otros proyectos, en los cuales la inversión en este rubro ha tenido reajustes significativos.

Respecto al tramo de doble calzada proyectado que pasa por la zona principal del paisaje cultural cafetero PCCC, por las veredas La Bella y Barcelona del municipio de Calarcá, la autoridad ambiental puede requerir la elaboración de un estudio de afectación al paisaje cultural cafetero, que concluya que se deban implementar acciones que mitiguen el impacto negativo al paisaje, como modificaciones al trazado, ejecución de obras adicionales y compensaciones sociales.

Adicionalmente, la compensación por inversión forzosa de no menos del 1% por uso de agua en proyectos de infraestructura, tuvo su origen en lo dispuesto en el párrafo primero del artículo 43 de la Ley 99 de 1993, que estableció lo referente a las tasas por utilización de aguas. Allí señaló que la utilización de aguas por personas naturales, jurídicas, públicas o privadas, dará lugar al cobro de tasas fijadas por el Gobierno

Nacional que se destinarán al pago de los gastos de protección y renovación de los recursos hídricos. Específicamente, el párrafo primero del mencionado artículo señala que:

Todo proyecto que involucre en su ejecución el uso del agua, tomada directamente de fuentes naturales, bien sea para consumo humano, recreación, riego o cualquier otra actividad industrial o agropecuaria, deberá destinar no menos de un 1% del total de la inversión para la recuperación, preservación y vigilancia de la cuenca hidrográfica que alimenta la respectiva fuente hídrica.

No obstante, el valor destinado a cubrir el 1% del total de la inversión, puede tener variaciones no previstas, ya que, al ejecutar las posibles obras adicionales descritas, incluido los costos reales por compra de predios, el valor total de la inversión estimada se actualiza incrementándolo considerablemente, afectando el presupuesto destinado para compensaciones ambientales y el flujo de caja del proyecto.

### **3.5 AFECTACIÓN AL PAISAJE CULTURAL CAFETERO**

Para el desarrollo del siguiente tema se realizará primero una descripción, luego se mencionarán algunos sitios de interés paisajístico, luego se hará énfasis en el Paisaje Cultura Cafetero y del mismo se hará mención de las zonas de influencia del proyecto, para finalmente hacer un cierre en el análisis de riesgos.

#### **3.5.1 Descripción**

Existen numerosas definiciones de paisaje, en este caso se toman en cuenta las siguientes:

[...] han evolucionado hasta determinarlo y centrarlo como un valor estético, como un recurso y como una combinación de elementos físicos, biológicos, ecológicos y humanos (González, 1982 y Benayas, 1992) El paisaje, por lo tanto, puede definirse como el conjunto de interrelaciones derivadas de la interacción entre geomorfología, clima, vegetación, fauna y modificaciones antrópicas (Dunn, 1974) citados por (Muñoz Pedreros, 2017, p. 167).

Por cuanto, el paisaje será entendido en el presente documento como un complejo de interrelaciones, que tiene diferentes formas de comprensión. En primera instancia se entenderá el enfoque visual, el cual se centra en la percepción y la estética del territorio a partir de la apreciación (sentimientos y visualizaciones) que el observador tiene del territorio. Por su parte, el enfoque ecológico identifica al paisaje con el medio,

estableciendo la interrelación de información y visualización, entre el medio y la actividad humana.

### **3.5.2 Sitios de interés paisajístico**

Estos corresponden a aquellas áreas que son parte esencial de los pobladores del área de estudio, puesto que este recurso es integrante del bienestar y calidad de vida de estos. La contemplación y disfrute del paisaje ofrece innumerables oportunidades didácticas para propios y turistas, el cual constituye un medio de arraigo y pertenencia del espacio o territorio. Por lo que, se entenderá por sitios de interés, a aquellas áreas o elementos visualmente sensibles que representan atractivos visuales o perceptuales, bien sea en términos naturales, históricos, culturales, económicos o recreativos a propios y turistas del área del proyecto<sup>21</sup>.

El paisaje puede ser considerado como la expresión del patrimonio natural debido a que refleja importantes manifestaciones de los procesos naturales de índole abiótico, biótico y socioeconómico, lo cual imprime condiciones de elemento significativo en términos de calidad ambiental.

En cuanto al paisaje como expresión etnológica-cultural, representa parte de la identidad de los grupos sociales asentados, contribuyendo al vínculo territorial, así como histórico-cultural el cual refleja el devenir histórico de los territorios, por ejemplo, la herencia del trabajo de las generaciones anteriores y corresponde a la manifestación visible de las relaciones entre el grupo social y el espacio que ocupa. El paisaje representa además un recurso económico en cuanto que influye en la localización y desarrollo de determinadas actividades; es factor decisivo para la localización de determinadas actividades. Relacionada con ese valor económico, es preciso tener en cuenta las implicaciones estéticas del paisaje en todo el espacio.

Por todo lo expuesto, el paisaje es un bien territorial, que puede alcanzar dimensión patrimonial y, además, generar o consolidar determinadas actividades socio-económicas, por lo que con el fin de determinar los sitios de interés y elaborar una visión completa del área de estudio en términos paisajísticos y de identificación social.

### **3.5.3 Paisaje Cultural Cafetero**

El Paisaje Cultural Cafetero de Colombia (PCCC) fue declarado el 25 de junio de 2011, por el comité de Patrimonio Cultural de la Unesco, como Patrimonio Cultural de la Humanidad; esta zona que incluye en su zona principal 47 municipios y 411 veredas e incluye 6 zonas que son las más representativas del PCCC con un área de 141.120 Ha,

---

<sup>21</sup> Estudio de impacto ambiental construcción variante La Paz, Chinchiná Caldas.

y en su área de amortiguamiento con un área de influencia de 204.142 Ha, que comprende 4 municipios y 447 veredas cafeteras de Caldas, Quindío, Risaralda y Valle del Cauca, donde están localizadas 24 mil fincas cafeteras, en la que viven al menos 80 mil personas. (Cafe de Colombia, 2012, párrs. 02-03).

En el mapa de la figura 6, se ilustra el área de influencia del paisaje cultural cafetero de Colombia:

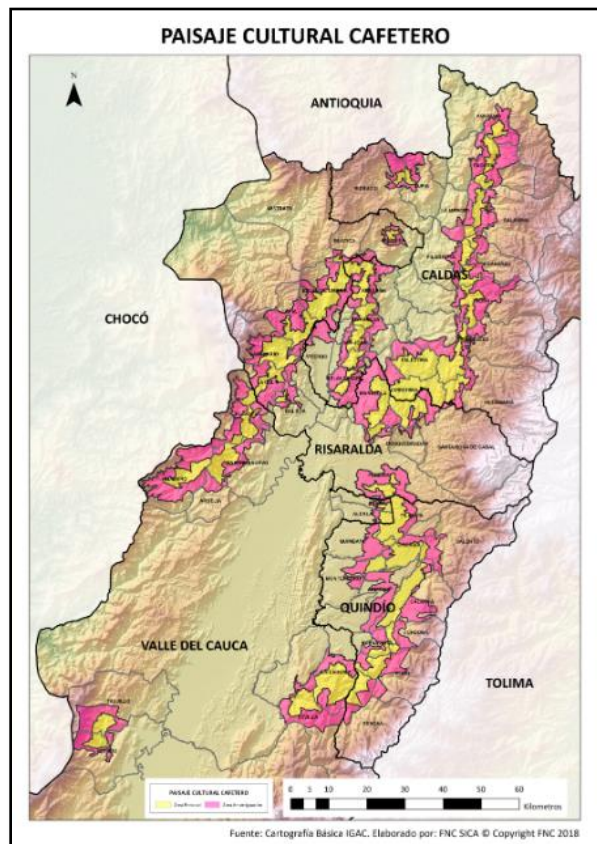


Figura 6. Área de influencia del paisaje cultural cafetero de Colombia  
Fuente: Tomado de: <https://bit.ly/342vWsE>

Según la UNESCO (2011)<sup>22</sup>, con esta nominación el PCCC se convierte en “[...] el primer paisaje cafetero cultural vivo y productivo del mundo” (párr. 01); esta región además es un ejemplo excepcional de un paisaje cultural productivo, resultado del esfuerzo de varias generaciones de familias campesinas que, por más de 100 años, han acumulado saberes para adaptar en sus pequeñas parcelas el cultivo de café a las difíciles condiciones del entorno. Así han obtenido uno de los mejores productos del mundo y desarrollado una

<sup>22</sup> La UNESCO es la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. La UNESCO trata de establecer la paz mediante la cooperación internacional en materia de educación, ciencia y cultura. Los programas de la UNESCO contribuyen al logro de los objetivos de desarrollo sostenible definidos en el Programa 2030, aprobado por la Asamblea General de las Naciones Unidas en 2015.



fuerte identidad cultural. Los habitantes rurales de la zona también han instaurado modelos de acción colectiva excepcionales alrededor de la Federación de Cafeteros y sus Comités Departamentales, y forjado así una institucionalidad legítima y activa que desarrolla ambiciosos programas de sostenibilidad en Acción. Todo esto enmarcado en prácticas innovadoras en el manejo y protección de los recursos naturales.

La Unesco destaca que las fincas cafetaleras están ubicadas en montañas escarpadas con pendientes vertiginosas de más del 25% (55 grados), características del desafiante terreno cafetero. Estas características geográficas inusuales también afectan los diseños de parcelas ortogonales pequeñas e influyen en la tipología arquitectónica, el estilo de vida y las técnicas de uso de la tierra de los cafeteros (cafeteros). La arquitectura típica de los asentamientos urbanos es una fusión entre los patrones culturales españoles y la cultura indígena de la región, adaptada también al proceso de cultivo del café, a través de, por ejemplo, sus techos deslizantes. Las casas funcionan como unidades de vivienda y centros de actividad económica, con muros construidos en el sistema constructivo tradicional de bahareque más flexible y dinámico, y cubiertos por una capa de bambú bien conocida por su resistencia y maleabilidad. Más del cincuenta por ciento de las paredes todavía se construyen utilizando este método tradicional (párr. 03)

En el siguiente registro fotográfico se ilustra el paisaje cafetero en el área de influencia del proyecto.



El Gobierno Colombiano por intermedio del Ministerio de Cultura, expide la Resolución 2079 del 7 de octubre de 2011, mediante la cual "se reconoce al Paisaje Cultural Cafetero

de Colombia como patrimonio cultural de la nación y como bien inscrito en la Lista de Patrimonio Mundial de la Unesco, que consiste en un territorio compuesto por zonas de especial interés arqueológico, histórico y cultural" de acuerdo con lo establecido en el artículo 1° de dicha Resolución.

Así mismo, la Resolución establece el compromiso de velar para que se conserven integralmente los valores universales excepcionales del PCCC. Por lo que, se solicita evaluar los impactos patrimoniales en el sitio y las restricciones relacionadas directamente con los impactos que se podrían generar con los proyectos, obras o actividades a ser adelantadas en el área principal y de amortiguamiento del PCCC y su posible afectación al Valor Universal Excepcional o de algún inmueble o sector urbano declarado Bien de Interés Cultural del ámbito Nacional.

### 3.5.3.1 Paisaje cultural cafetero en el área de influencia del proyecto

El proyecto de construcción de doble calzada La Paila – Calarcá, en el departamento del Quindío atraviesa por el área de influencia de los municipios de Calarcá y Armenia, en el departamento del Valle por el municipio de Caicedonia; estos municipios hacen parte de la zona principal del PCCC y están ubicados dentro de las 6 zonas más representativas del PCCC, que de acuerdo a la información presentada al comité de patrimonio Mundial y a los criterios y su alto grado de homogeneidad expresado en sus atributos, en las relaciones entre sus habitantes y en su herencia cultural, se define como zona “D”. De acuerdo a la proyección del trazado de la vía, las zonas que se afectan directamente con la construcción de la obra son las veredas La Bella y Barcelona del municipio de Calarcá, tan cómo se ilustra en la figura 8:

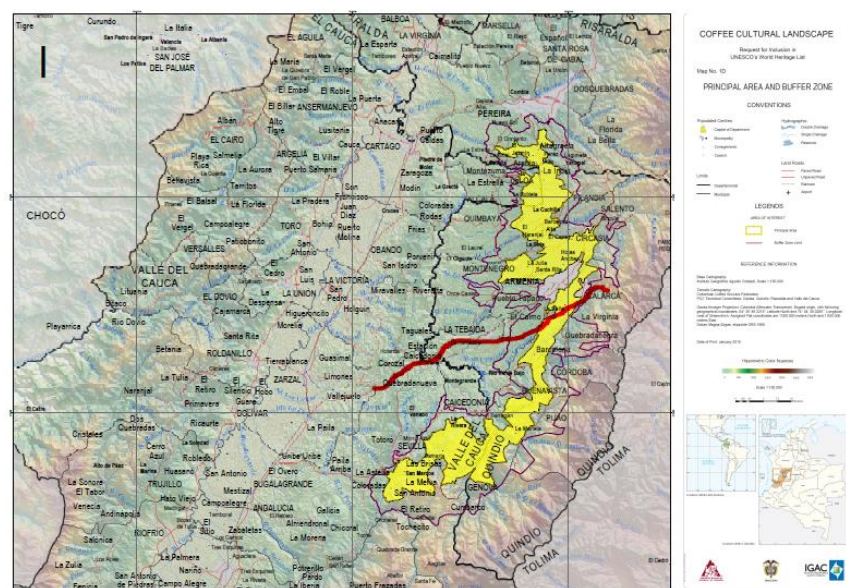


Figura 8. Localización del trazado de la vía en el área de influencia del PCCC  
Fuente: tomado de <https://bit.ly/2RE1a6P>, el trazado en rojo es propio.

### **3.5.4 Análisis de riesgo**

Son variadas las afectaciones al paisaje, entendida esta como alteración de la estructura paisajística (incluyendo todos los elementos y atributos que la compone) como consecuencia de las actividades antrópicas que se desarrollan, al modificar las condiciones naturales de los elementos que lo componen. Sin embargo, algunas actividades pueden conllevar cambios en el paisaje en menor tiempo y con la inclusión de elementos discordantes, lo cual genera que dichos cambios sean fácilmente evidenciados por los observadores (pobladores y turistas) de manera significativa.

Los sitios de interés paisajístico de tipo natural, cultural e inclusive económico tienen relación directa con aquellas unidades de paisaje que presentan una belleza escénica alta, puesto que presentan los atributos naturales más conservados y donde se puede contemplar mayor diversidad de fauna y flora en el área de estudio.

Dentro de las actividades del proyecto que podrían verse alteradas como consecuencia de la construcción de la vía corresponde a la movilización y transporte de materiales, instalación de infraestructura temporal para campamentos (introducción de elementos discordantes y tamaño de discordancia dentro del paisaje evaluado), relocalización de infraestructura y servicios interceptados (red de media tensión - vía La Alpina), remoción de cobertura vegetal, desmonte y descapote, protección de taludes y obras de estabilidad geotécnica, empradización y recuperación de áreas intervenidas. Las anteriores, afectan directa e indirectamente los elementos del paisaje y podrían modificar las valoraciones de los atributos que lo componen.

La implementación de estas actividades constructivas puede proporcionar mayores cambios en la belleza escénica del área de estudio, debido a que las unidades de paisaje con mayor probabilidad de intervención son aquellas con coberturas de cultivos de café, coberturas boscosas y guaduales, las cuales presentan niveles altos en la calidad visual por las modificaciones que se proyectan realizar sobre los atributos iniciales del paisaje.

Dentro de los sitios de interés que se podrían ver afectados por el desarrollo del paisaje, se encuentran las fincas antiguas de importancia cultural asociadas a las actividades económicas de la región. No obstante, cabe destacar que dentro del área del proyecto no se presentan sitios de interés tales como: iglesias, monumentos, cementerios, parques, escuelas y centros culturales que se pudieran ver afectados como consecuencia del desarrollo de las actividades propias del proyecto.

### **3.6 OPOSICIÓN DE COMUNIDADES AL TRAZADO DE LA VÍA**

En este apartado se hará una descripción, y un análisis de riesgos.



### 3.6.1 Descripción de la situación actual

El trazado proyectado contempla las siguientes intervenciones para conectar la Paila en el Valle del Cauca con Calarcá en conexión con la doble calzada Calarcá Ibagué: inicia con segunda (adosada a la calzada existente) calzada La Paila-El Alambrado, par vial (conectando las calzada existente y la nueva calzada mediante retornos viales) El Alambrado-La Herradura, doble calzada (tramo nuevo) La Herradura-Barcelona, segunda (adosada a la vía existente) calzada Barcelona-El Caimo y doble calzada (tramo nuevo o variante de Calarcá) La Española-Calarcá.

Desde el año 2013, la firma constructora ODINSA ha manifestado su interés en solucionar la conexión en doble calzada pendiente por construir en la vía Bogotá Buenaventura; respecto a este proyecto, al respecto el diario La República en entrevista al presidente de la ANI, Luis Andrade Moreno, informa que:

“[...] el proyecto plantea la construcción de una vía nueva de 75 kilómetros con cuatro carriles, incluidos tres ramales (uno de ellos a La Tebaida), y el mantenimiento del tramo entre Calarcá y Cajamarca de 45 kilómetros. El trayecto nuevo plantea un peaje y su trazado va de Calarcá con dirección al corregimiento de Barcelona cruzando el río La Vieja hasta el sector de El Alambrado para empalmar con la carretera a La Paila.

La comunidad y dirigencia política del departamento del Quindío, están gestionando ante el gobierno Nacional, la ejecución de la doble calzada La Paila Calarcá, ya que consideran que el paso por el departamento se ha convertido en el cuello de botella de la vía Bogotá-Buenaventura; la Cámara de Comercio de Armenia y del Quindío, manifiesta que los quindianos no podemos permitir que esta importante obra siga en el limbo sin que haya una decisión concreta y un compromiso real sobre cómo y cuándo se construirá. Si bien esta es una obra de interés nacional, debemos insistir en que se dé solución expedita al cuello de botella que se está formando en el Quindío, territorio que recibe el impacto de dobles calzadas que vienen del Tolima y del Valle del Cauca, pero que a su paso por nuestro departamento se estrechan en una sola vía (Celis, 2013)

Si bien, el Gobierno Nacional en varias oportunidades se ha comprometido a adelantar las gestiones necesarias para materializar la obra en el mediano tiempo, a la fecha se conocen varias alternativas de trazado, en las que se plantea una segunda calzada adosada a la existente y otras alternativas que contemplan variantes y par vial, pero no existe una propuesta concreta para solucionar la conexión en este corredor estratégico para la región y el país. Recientemente, el director del INVIAS Juan Esteban Gil, hizo anuncios importantes sobre las obras de la región. Entre otras intervenciones en la región, el director anunció la terminación de la doble calzada y estructuración del proyecto

Calarcá-La Paila, la doble calzada desde Armenia hasta Calarcá y desde Armenia, por Chagualá hacia la vía que viene de Pereira, por ejemplo: “Tres esfuerzos infraestructurales que se complementarán con la vía que estamos terminando y esperamos culminar este año desde Malibú hasta el aeropuerto” (AgoraRadio, 2019, párr. 08)

Dado que en varias oportunidades desde que se están planteando una solución vial para esta región, se ha socializado la posibilidad de construir una variante en Calarcá y en la Tebaida, las comunidades y comerciantes por donde actualmente cruza la vía, en especial las asentadas en el tramo La Tebaida – Calarcá, han manifestado su rechazo a la construcción de variantes porque se afectarían sus establecimientos comerciales (ver imagen 9), lo que puede generar presiones de la comunidad y dirigencia política para la modificación del trazado, construcción de obras complementarias no previstas o suspensión de la obra en este tramo de vía. Dichas comunidades se han manifestado mediante protestas y manifestaciones en contra de una posible variante en este sector.



Figura 9. Manifestaciones de la comunidad en rechazo al trazado del proyecto vial  
Fuente: (HSBNoticias.Com, 2014)

La comunidad exige que la obra se ejecute por el trazado actual, y la comunidad manifiesta:

[...] más que protesta estamos haciendo estas marchas para incentivar a la comunidad para que se informen. Queremos hacerle llegar un mensaje al

Gobierno para que se respete el trazado de la doble calzada Calarcá – El Caimo – La Tebaida, obra que está planeada hace más de tres décadas”. Asimismo, Mora manifestó que el grupo pro defensa pretende hacer varias pequeñas movilizaciones con el objetivo de realizar una gran marcha y manifestación hacia la ciudad de Armenia. Por otra parte, los miembros del grupo solicitaron la integración de diferentes grupos sociales, gremiales y académicos del Quindío a la protesta, ya que consideran que el pedido que se realiza al Gobierno Nacional y Seccional solo beneficia al Quindío y negaron tener intereses personales en el proyecto (HSBNoticias.Com, 2014, párr. 01-02).

### **3.6.2 Análisis de riesgos**

Por lo anterior, existe la amenaza de que el proyecto pueda tener dificultades en su desarrollo, ya que, la comunidad vecina del proyecto vial, busca el beneficio particular y no general, no ha entendido que esta es una solución para el país y que si queremos modernizar nuestras vías para garantizar un transporte eficiente y seguro para el usuario y la comunidad, las nuevas vías no deben pasar por los centros poblados; no obstante, la comunidad se opondrá al desarrollo del proyecto, por tanto, es necesario establecer los planes de acción pertinentes, que satisfaga al vecino de la vía y al usuario de este importante eje vial.

## **3.7 TEMPORADA DE LLUVIAS**

En este apartado se realizará una descripción, luego unos procesos generadores de precipitación en Colombia, precedido de las precipitaciones en área de influencia del proyecto vial, y finalmente un análisis de riesgos.

### **3.7.1 Descripción**

Según el (IDEAM, 2014):

El clima es el conjunto fluctuante de las condiciones atmosféricas, caracterizado por los estados y evoluciones del estado del tiempo, durante un periodo de tiempo y un lugar o región dados, y controlado por los denominados factores forzantes, factores determinantes y por la interacción entre los diferentes componentes del denominado sistema climático (atmósfera, hidrosfera, litosfera, criósfera, biosfera y antropósfera).

Debido a que el clima se relaciona generalmente con las condiciones predominantes en la atmósfera, este se describe a partir de variables atmosféricas como la temperatura y la precipitación, denominados elementos climáticos; sin

embargo, se podría identificar también con las variables de otros de los componentes del sistema climático. (párr. 01-02).

Respecto a la ubicación de Colombia en el planeta en el contexto climatológico, de los autores (Guzmán, Ruíz, & Cadena, 2014)

[...] está situada en el trópico del continente americano, “como una isla entre tres cuencas de agua” [...], si se piensa que además del Caribe y del Pacífico, Colombia recibe la influencia de la circulación atmosférica de la cuenca Amazónica. La presencia de la barrera orográfica que constituyen los tres ramales de la cordillera de los Andes, induce la formación de climas locales y regionales de alta complejidad y dificultad de predicción a distintas escalas de tiempo [...]. Dada la gran variabilidad estacional en Colombia, el comportamiento de la precipitación es muy variable. En particular, la clasificación de las estaciones pluviométricas de Colombia en grupos homogéneos, según su ciclo anual, conduce a la obtención de una regionalización del país según el régimen de lluvias. Esta regionalización puede ser útil en la búsqueda de relaciones con agentes físicos externos, al momento de ajustar pronósticos, y múltiples aplicaciones meteorológicas e hidrológicas [...] (p. 05)

### **3.7.2 Procesos generadores de precipitaciones en Colombia**

En el documento de (Guzmán, Ruíz, & Cadena, 2014) se especifica la ubicación geográfica de Colombia, la cual:

[...] está localizada entre las coordenadas 12° 30' 46" N y 4° 13' 30" S y 66° 50' 54" W y 79° 01' 23" W, limita al este con Venezuela y Brasil, al sur con Ecuador y Perú, al norte con el mar Caribe, al noroeste con Panamá, y por el oeste con el Océano Pacífico. Geológicamente, Colombia hace parte del Cinturón de Fuego del Pacífico. El territorio nacional se encuentra dividida en 5 regiones naturales, Caribe, Pacífico, Andina, Orinoquía y Amazonía, adicionalmente la parte insular perteneciente a las islas de San Andrés y Providencia [...].

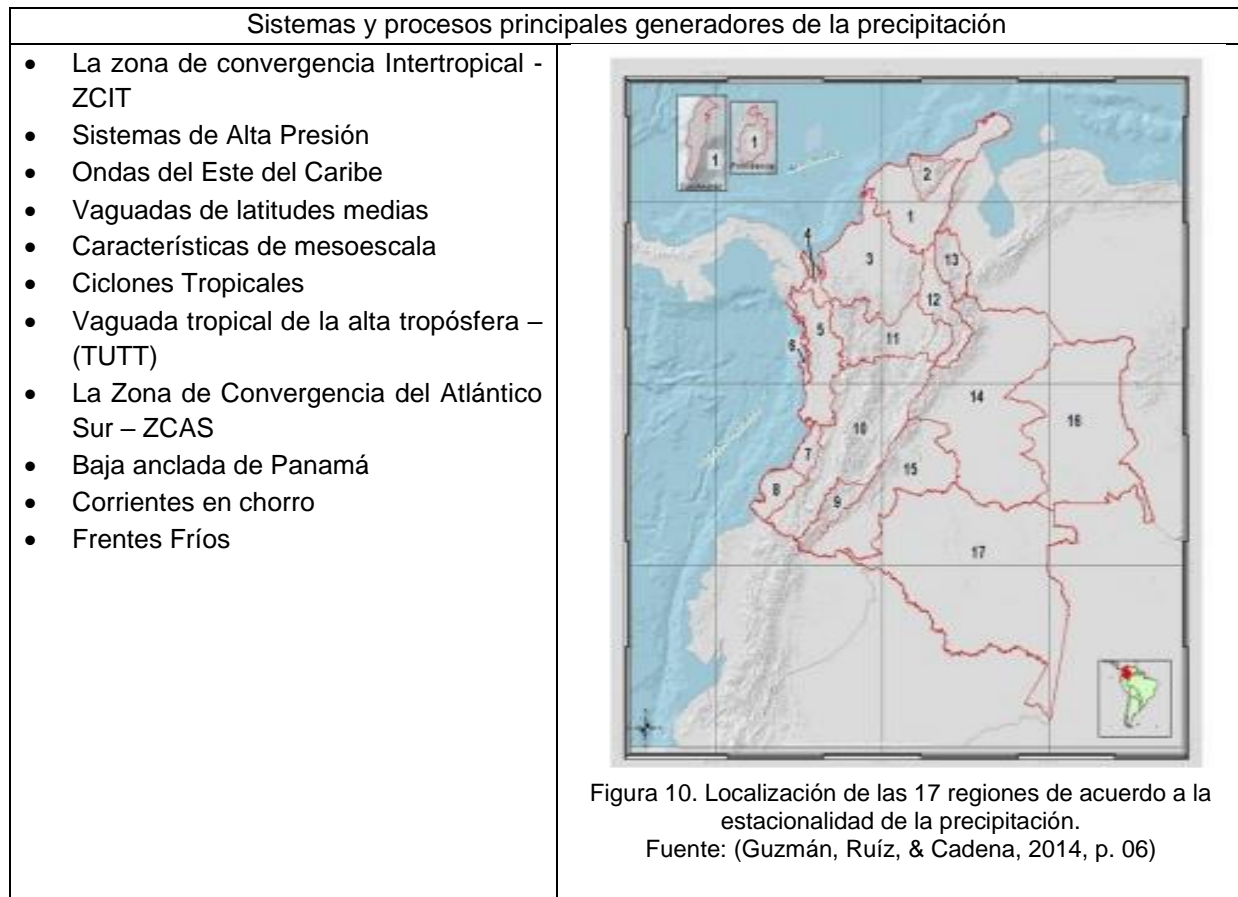
El Grupo de Modelamiento de Tiempo, Clima y Escenarios de Cambio Climático Subdirección de Meteorología – IDEAM (2014), realizó el estudio de regionalización de Colombia según la estacionalidad de la precipitación media mensual<sup>23</sup>, a través análisis de componentes principales (ACP); en el que se indica que el clima regional de Colombia, está definido por las propiedades relevantes de los valores medios de los campos, que están forzados por las condiciones de frontera de la atmósfera, de la distribución de

---

<sup>23</sup> El propósito de este trabajo fue regionalizar a Colombia en zonas homogéneas respecto al régimen de lluvias según la estacionalidad.

continente–océano y las variaciones de la radiación solar sobre la superficie, en el espacio y tiempo.

Estos fenómenos atmosféricos son fuertemente influenciados por la distribución de la topografía y la vegetación en la superficie dentro del territorio colombiano, esos sistemas y procesos principales generadores de la precipitación en Colombia son:



En el estudio realizado por el (Guzmán, Ruíz, & Cadena, 2014) se define con base en la caracterización climática y de acuerdo a la estacionalidad de la precipitación, 17 regiones en Colombia, que en su gran mayoría indicaron un régimen tipo bimodal, además de mostrar correspondencia geográfica. En la figura 10 se ilustra las 17 regiones de acuerdo a la estacionalidad de la precipitación.

De acuerdo a las regiones encontradas por la estacionalidad de la precipitación y el posterior análisis por componentes principales; para el caso en estudio, el proyecto de construcción de la vía La Paila-Calarcá, se localiza en la región No. 10 Cuenca del Alto Cauca-montaña nariñense, Alto Patía y Alto Magdalena, de la cual se hace una



caracterización y descripción de las precipitaciones según los procesos generadores ya mencionados así.

En esta Región el movimiento de la ZCIT es el factor que determina el régimen bimodal, de la precipitación y además dominan los procesos orográficos y convectivos. Predomina la circulación del Norte y Oeste, por lo cual su parte más lluviosa tiende a ser el flanco occidental de la cordillera Central, sector donde se localiza el eje del proyecto vial la paila-Calarcá.

Por el contrario, el Valle geográfico y la ladera oriental de la cordillera Occidental son considerablemente secos por la abrupta pendiente que caracteriza esta vertiente y por el paso de masas de aire provenientes del Pacífico, desprovistas de humedad que ya ha sido descargada a barlovento (Hurtado, 2000) citado por (Guzmán, Ruíz, & Cadena, 2014, p. 34)

El régimen se ilustra con el ejemplo del Aeropuerto Alfonso Bonilla, en la figura 11, cuyas temporadas lluviosas marzo a mayo y septiembre a noviembre coincide con el paso de la ZCIT. Esta región presenta un efecto latitudinal, según el cual se incrementan las lluvias de inicio de año, hacia el norte siguiendo el movimiento de la ZCIT. Dado que el norte de la región muestra pendientes más suaves y menos elevadas que en el sur, las masas húmedas del Pacífico alcanzan a influir en el régimen de esta región.

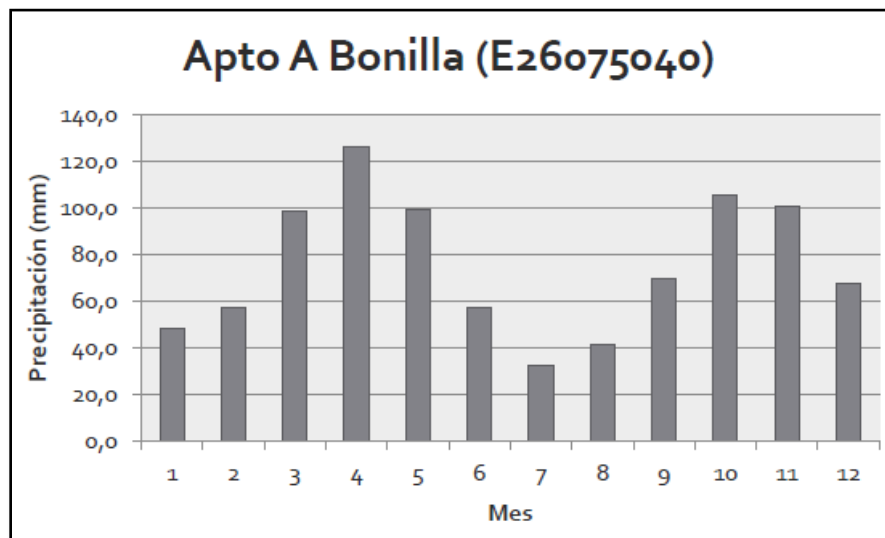


Figura 11. Régimen de precipitación para la estación Aeropuerto Alfonso Bonilla  
Fuente: (Guzmán, Ruíz, & Cadena, 2014, p. 35)

### 3.7.3 Precipitaciones en área de influencia del proyecto vial

De acuerdo al Atlas climatológico del IDEAM<sup>24</sup>, la mayor parte del departamento del Quindío presenta volúmenes anuales de precipitación en el rango de 1500 a 2500 mm,

<sup>24</sup> El Atlas Climatológico de Colombia, consiste en un conjunto de productos gráficos y cartográficos, con los cuales se busca

en promedio, al centro del departamento, en Armenia y Calarcá, las lluvias disminuyen hasta los 2000 mm, y en el resto del territorio, predominan cantidades moderadas, de 1500 a 2000 mm anuales. Avanzando hacia el departamento del Valle del Cauca donde se presentan menores precipitaciones con 1.500 mm/año ver (Figura 12, Figura 13, Figura 14, Figura 15)

El régimen de lluvias predominante en la mayor parte del sector, es el correspondiente a la cuenca alta de los ríos Magdalena y Cauca. Es de tipo bimodal con dos temporadas secas, la primera, muy marcada, en los meses de junio, julio y agosto y la segunda, menos notoria, en enero y febrero. Los meses de mayores lluvias son abril y mayo en el primer semestre y octubre y noviembre, en el segundo.

El número de días con lluvia presenta dos zonas muy bien definidas: la franja central y oriental en la cual llueve un promedio de 150 a 200 días anuales, en la que se ubica Calarcá y la franja occidental, concretamente en los municipios de Quimbaya, Montenegro y La Tebaida, al igual que avanzando hacia el departamento del Valle, se registran entre 100 y 150 días lluviosos al año, en promedio.

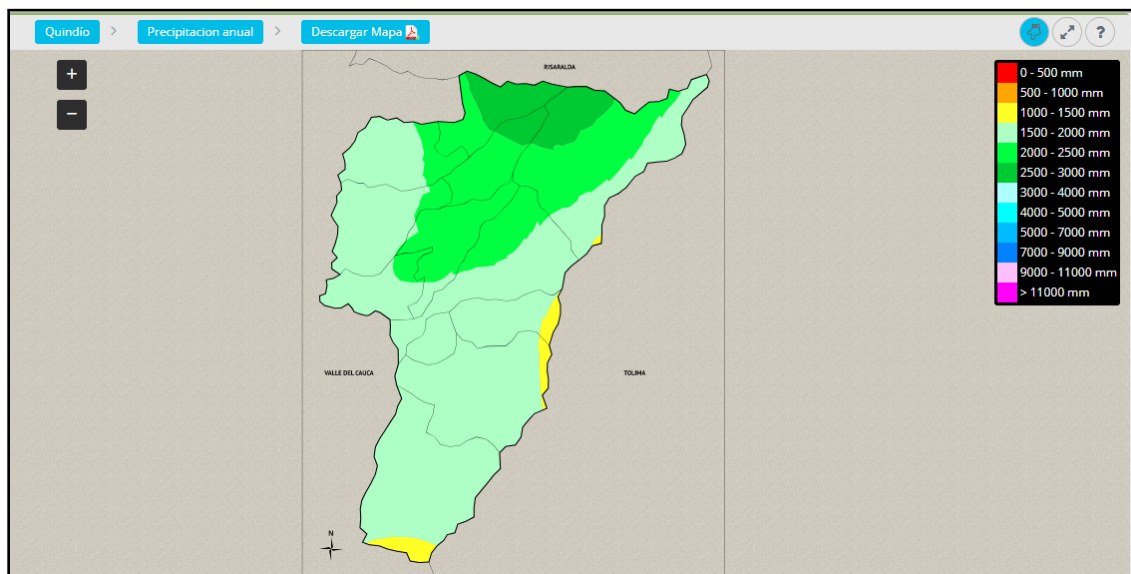


Figura 12. Precipitaciones anuales departamento del Quindío  
Fuente: Atlas climatológico del IDEAM

representar la distribución espacio-temporal de los indicadores del clima del país; entre los cuales se encuentran la precipitación, las temperaturas, los vientos, la humedad y la radiación solar entre otros, como también parámetros derivados como el balance hídrico, balance energético, clasificaciones climáticas orientadas a diversos fines, indicadores de contaminación, de cambio climático y aprovechamiento energético.



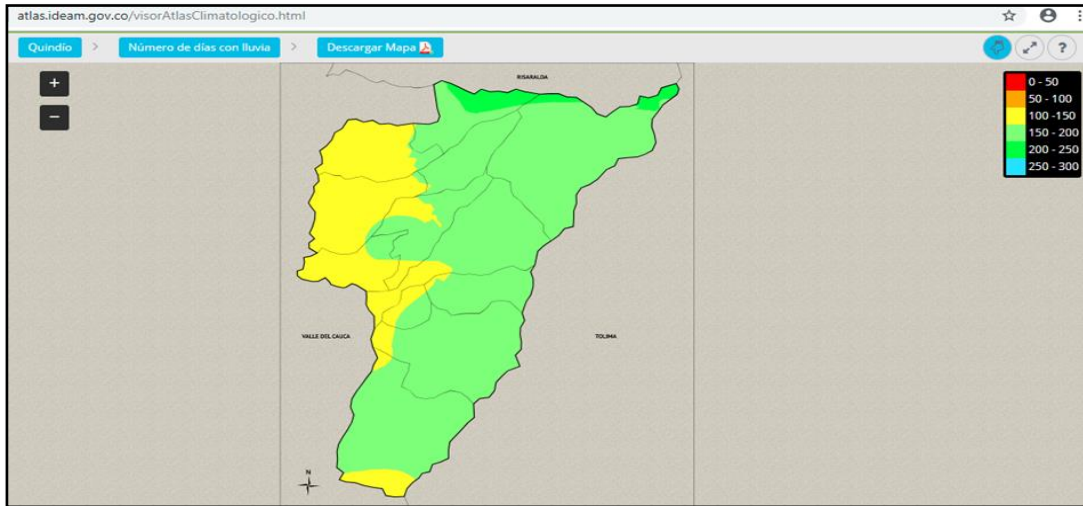


Figura 13. Número de días con lluvia anuales departamento del Quindío  
Fuente: Atlas climatológico del IDEAM

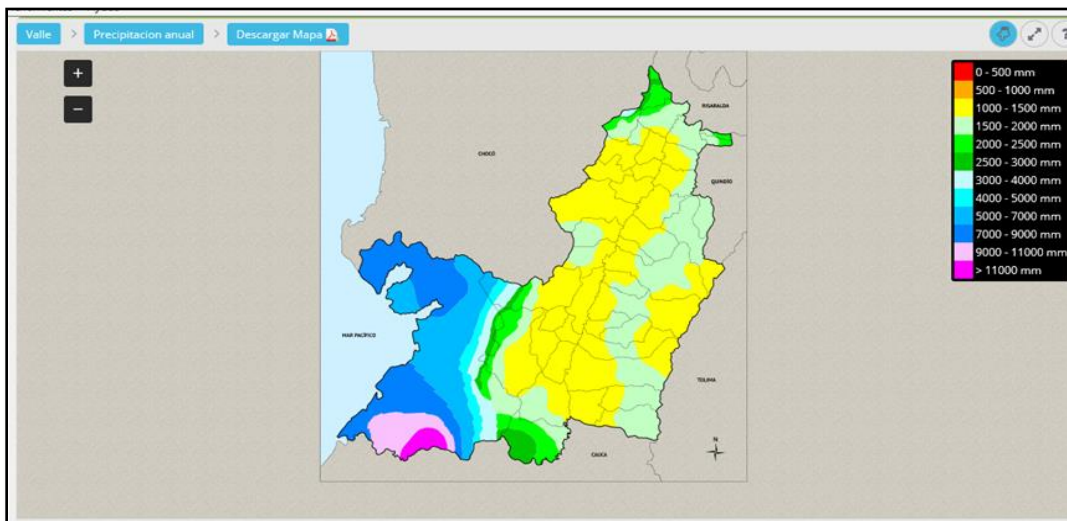


Figura 14. Precipitaciones anuales departamento del Valle  
Fuente: Atlas climatológico del IDEAM

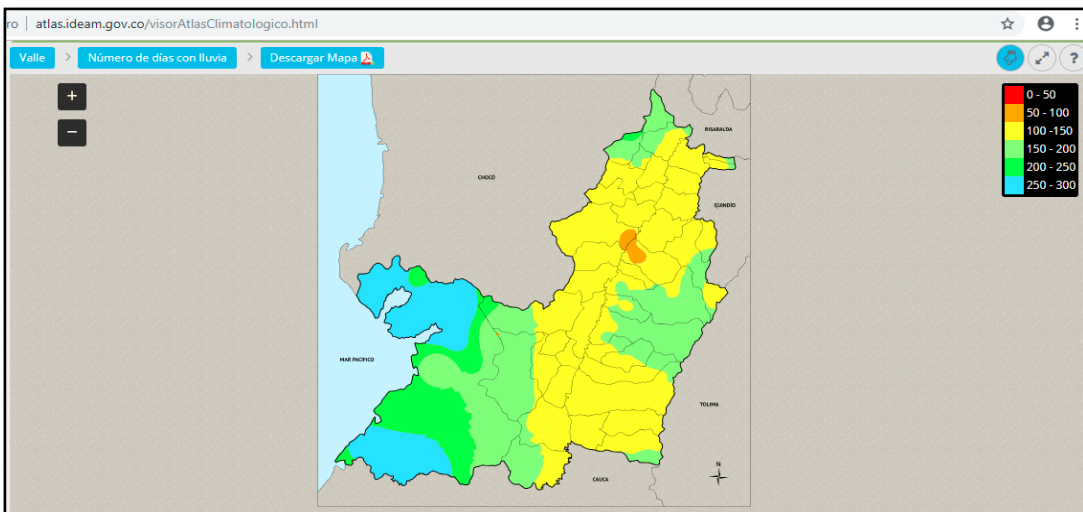


Figura 15. Número de días con lluvia anuales departamento del Valle  
Fuente: Atlas climatológico del IDEAM

Teniendo en cuenta que en la región donde se ubica el proyecto, llueve un promedio de 150 a 200 días anuales; específicamente, el IDEAM registra los valores medios multianuales de número de días con lluvia, además, se debe considerar, que los últimos registros corresponden al periodo 1981 – 2010, para la estación meteorológica del aeropuerto El Edén, localizada en cercanías del eje de la vía proyectada índica en la Imagen 16, que el valor medio de lluvias en este tramo es de 190 días al año.

Valores Medios Multianuales del Numero de días con Lluvia																				
Periodo 1981 - 2010																				
CODIGO	CAT	NOMBRE ESTACION	MUNICIPIO	DEPTO	ALTITUD	LONGITUD	LATITUD	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
4801501	SP	Apto Vasquez Cobo	Leticia	Amazonas	84	-69,944	-4,199	25	22	23	23	23	19	16	16	17	20	22	25	249
2701507	SP	Apto Olaya Herrera	Medellin	Antioquia	1490	-75,599	6,221	12	13	18	23	23	18	17	19	22	25	21	16	227
1201502	AM	Unibon	Apartado	Antioquia	23	-76,651	7,826	9	9	10	18	22	22	22	22	22	21	19	15	209
3705501	SP	Apto Arauca	Arauca	Arauca	128	-70,738	7,069	2	3	5	13	19	22	22	20	17	14	10	5	148
2904502	SP	Apto E Cortissoz	Soledad	Atlántico	14	-74,774	10,895	0	0	1	4	9	10	8	11	14	16	9	3	83
1401502	SP	Apto Rafael Nuñez	Cartagena	Bolivar	2	-75,521	10,450	0	0	1	4	10	13	11	13	15	16	12	3	98
2403513	CP	U P T C	Tunjá	Boyacá	2690	-73,350	5,567	5	8	12	17	19	19	19	18	16	18	16	9	177
2403534	CP	Apto A Lleras C	Sogamoso	Boyacá	2500	-72,968	5,677	5	6	11	16	17	14	16	14	14	17	14	8	152
2615511	SP	Apto La Nubia	Manzales	Caldas	2062	-75,435	5,020	14	15	20	23	24	20	18	17	21	24	21	17	229
4403502	SS	Apto G Artunduaga	Florencia	Caquetá	244	-75,560	1,589	12	15	21	24	27	26	25	23	20	21	20	15	247
3521501	CP	Apto Yopal	Yopal	Casanare	325	-72,383	5,317	2	4	8	16	19	20	20	20	15	16	11	4	147
2603503	SP	Apto G L Valencia	Popayán	Cauca	1757	-76,612	2,456	18	16	20	21	21	14	11	10	15	24	23	23	214
2803503	SP	Apto Alfonso Lopez	Valledupar	Cesar	138	-73,251	10,429	1	1	3	8	14	11	9	13	14	16	9	4	100
1104501	SP	Apto El Carano	Quibdó	Choco	53	-76,639	5,696	26	23	25	27	28	27	28	28	28	28	27	28	323
1308504	SS	Apto Los Garzones	Montería	Córdoba	36	-75,835	8,831	2	2	3	8	14	13	14	15	15	13	10	5	108
2120579	SP	Apto Eldorado P1-2	Bogotá	Cundinamarca	2547	-74,142	4,696	8	11	15	19	21	18	18	16	16	19	17	12	189
2119512	CP	Ita Valsalco	Fusagasugá	Cundinamarca	1460	-74,396	4,396	13	13	16	19	20	17	17	13	16	19	19	14	191
3109501	AM	Pto Inirida	Inirida	Guainia	100	-67,932	3,868	9	10	13	19	25	25	25	23	19	17	15	12	206
3210507	CO	San José Guaviare	San José del Guaviare	Guaviare	165	-72,647	2,553	6	8	13	19	21	24	22	21	17	17	16	10	188
2111502	SS	Apto Benito Salas	Neiva	Huila	439	-75,293	2,949	11	11	15	16	15	11	10	8	10	16	17	15	156
1506501	SP	Apto Alm Padilla	Riohacha	La Guajira	4	-72,933	11,533	1	1	1	4	8	4	3	6	10	11	7	3	57
1501505	SP	Apto. Simón Bolívar	Santa Marta	Magdalena	4	-74,233	11,133	0	1	1	3	7	9	10	13	13	13	8	2	80
2502509	SP	Apto Las Flores	El Banco	Magdalena	34	-73,971	9,046	2	2	5	10	13	12	11	14	16	16	12	5	115
3503502	SP	Apto Vanguardia	Villavicencio	Meta	423	-73,620	4,163	9	11	16	24	27	27	28	25	22	24	22	15	250
5204501	AM	Obonuco	Pasto	Nariño	2871	-77,306	1,201	17	16	19	20	20	17	15	14	14	17	19	20	206
5205501	SP	Apto San Luis	Aldana	Nariño	2961	-77,678	0,857	19	18	20	21	22	22	20	18	17	19	20	21	236
1601501	SP	Apto Camilo Daza	Cúcuta	Norte de Santander	250	-72,500	7,781	7	7	9	11	13	13	15	12	13	15	13	10	137
4401504	CO	Mocoo Acueducto	Mocoo	Putumayo	650	-76,652	1,157	19	19	23	24	26	26	25	23	20	21	20	21	260
<b>2612506</b>	<b>SP</b>	<b>Apto El Edén</b>	<b>Armenia</b>	<b>Quindío</b>	<b>1247</b>	<b>-75,770</b>	<b>4,458</b>	<b>13</b>	<b>13</b>	<b>16</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>15</b>	<b>13</b>	<b>12</b>	<b>17</b>	<b>21</b>	<b>20</b>	<b>16</b>	<b>190</b>
2613504	SP	Apto Matocana	Pereira	Risaralda	1367	-75,738	4,818	16	15	20	23	24	21	20	18	21	24	23	20	243
1701501	SP	Apto Sesocientenario	San Andrés	San Andrés y Providencia	1	-81,704	12,584	20	14	9	9	15	20	24	23	22	23	22	22	224
2319513	SP	Apto Palonegro	Labrija	Santander	1189	-73,187	7,129	8	9	14	17	19	17	18	19	19	18	15	9	179
2315503	SP	Apto Yarquiés	Barrancabermeja	Santander	126	-73,809	7,026	6	10	14	19	21	18	17	20	21	21	18	11	195
2502508	SS	Apto Rafael Barvo	Corozal	Sucre	166	-75,285	9,333	2	3	3	9	14	12	11	13	13	13	9	4	105
2124504	SS	Apto Parais	Ibagué	Tolima	928	-75,144	4,430	12	13	16	20	19	12	10	10	14	19	19	14	177
2118502	AM	Nataima	Espinal	Tolima	431	-74,960	4,188	7	9	12	16	16	10	7	6	12	16	13	10	134
2605507	CP	Univ del Valle	Calí	Valle	1004	-76,535	3,379	12	12	15	18	16	12	10	9	13	18	18	14	164
5311501	SP	Apto Buenaventura	Buenaventura	Valle del Cauca	14	-76,992	3,820	22	18	21	23	25	26	26	26	26	26	24	23	282
4207003	PM	Villatama	Mitú	Vaupés	207	-70,233	1,267	13	13	15	18	19	19	16	13	13	14	14	184	
3801503	SP	Apto Pto Carreño	Puerto Carreño	Vichada	50	-67,499	6,167	2	3	5	13	21	25	26	24	19	17	11	5	169

Figura 16. Valores medios multianuales del número de días con lluvia, periodo 1981 – 2010  
 Fuente: IDEAM

Adicionalmente, en el informe realizado por (Gómez Blanco, 2010) en compañía del IDEAM, titulado: Análisis de las precipitaciones horarias y decadales en Colombia<sup>25</sup> se ilustran las horas consecutivas con mayor precipitación y tomando como referencia para este estudio, la estación de Barragán ubicada en el municipio de Sevilla, Valle del Cauca, y que se encuentra ubicada en el área de influencia del proyecto, el resultado indica que los intervalos con mayor lluvia se presentan entre las 14 y 19 horas y con precipitaciones entre 7 y 9 mm/hora, se tiene que en promedio diario se presentan 3 horas con lluvias considerables.

<sup>25</sup> Este estudio informa la variación espacio-temporal de la precipitación a nivel horario en las principales ciudades de Colombia y decadales nivel nacional.

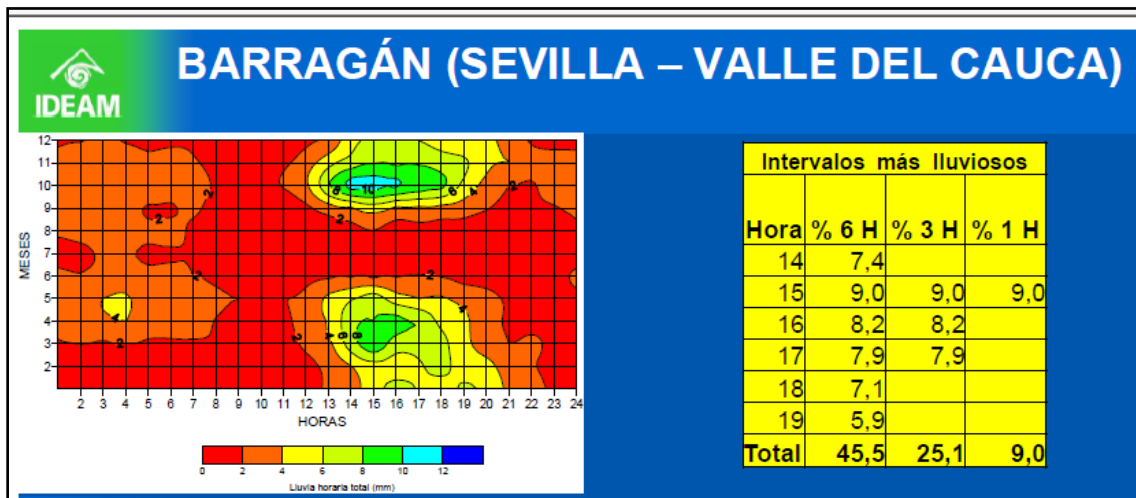


Figura 17. Horas consecutivas con mayor precipitación y tomando como referencia para este estudio, la estación de Barragán ubicada en el municipio de Sevilla.

Fuente IDEAM

La caracterización y descripción de las precipitaciones según los procesos generadores de las temporadas de lluvias, que se registran en el área de influencia del proyecto vial, las precipitaciones anuales que se presentan en este tramo; están entre 1500 y 2500 mm, con días de lluvia al año entre 100 y 200 días, aumentando los días del año en el sentido La paila-Calarcá, acentuándose los mayores días de lluvia entre los municipios de La tebaida y Calarcá.

Adicionalmente, los meses de mayores lluvias son abril y mayo en el primer semestre y octubre y noviembre en el segundo semestre del año, con un promedio anual de 190 días con lluvias y con precipitaciones de 3 horas diarias que registran de 7 a 9 mm/h, podrían generarse afectaciones en el desarrollo del proyecto de la siguiente manera.

### 3.7.3.1 Análisis del riesgo

De la página web: (Persona Safety, 2018) se toma lo siguiente: cuando se producen precipitaciones de lluvia, los trabajos pueden verse afectados haciéndose más complejos y en muchos casos, más peligrosos. Se reduce la visibilidad, se dificulta el tránsito de vehículos y trabajadores, etc. Además, cuando ocurren de forma persistente pueden producir el deslizamientos o derrumbes lo que afecta especialmente a trabajos de movimiento de tierras (excavaciones, terraplenados, etc.).

Además, en el caso de que haya tormentas eléctricas, existe riesgo de caída de rayos en la zona de trabajo, con la consiguiente posibilidad de que se produzcan daños, tanto para los trabajadores como para las instalaciones eléctricas.

En cuanto al efecto que pueden tener sobre las condiciones de trabajo, de acuerdo a la experiencia en obras similares en la región cafetera, las precipitaciones pueden afectar a:

- **La estabilidad del terreno:** uno de los principales efectos que provoca la lluvia persistente e intensa es el deslizamiento o el desprendimiento del terreno, por lo que deberá tenerse en cuenta cuando se realicen trabajos de movimiento de tierras, como terraplenados o excavaciones, por las consecuencias que pueden derivarse de estas situaciones. Tras un periodo de lluvia intensa, el suelo sobre el que se apoyan equipos de trabajo o medios auxiliares (como andamios o escaleras) puede quedar anegado o inestable, por lo que deberán adoptarse medidas de seguridad para evitar que estos equipos vuelquen, basculen o se desplacen intempestivamente por pérdida de estabilidad.
- **La visibilidad:** cuando se producen precipitaciones intensas se produce de forma considerable una disminución de la visibilidad, que afecta a la percepción de las señales y del entorno.
- **Las superficies de tránsito:** otro de los efectos derivados de las precipitaciones es que el terreno por el que transitan los trabajadores se vuelve resbaladizo, especialmente si, además, circulan vehículos, incrementando el riesgo de caídas.
- **Movimientos de tierra:** se afecta el avance de las actividades de excavación y conformación de terraplenes, subbase y base, ya que se presentan condiciones adversas para las maniobras de la maquinaria por saturación del terreno y material de conformación.
- **Fundición de concretos:** el hormigón es una mezcla de piedra o grava, arena, agua y cemento; la mezcla del agua y cemento actuarán como ligante entre todos los componentes y una de las condiciones más directamente relacionadas con la resistencia final del hormigón es la relación de estos dos componentes. Esta relación no debe jamás afectarse, por lo que el hormigón no fraguado o fresco, no debe entrar en contacto con el agua, en este caso, de la lluvia. El agua de lluvia aumenta la proporción de agua en la mezcla de hormigón no sólo en el momento de la mezcla, también en el transporte, la colocación, la compactación y en el acabado. Estos factores aumentan la relación agua-cemento de la mezcla, lo cual, reduce la fuerza en gran medida, por tanto, es necesario suspender la actividad por el periodo que se prolonguen las lluvias.
- **Aplicación concreto asfáltico:** la operación de puesta en obra de mezclas en caliente, en situaciones de lluvia o con el pavimento mojado, no es recomendable por sus negativas consecuencias sobre la calidad, comportamiento y durabilidad de la capa por lo que, como regla general, no debe procederse a su colocación, muy especialmente con capas delgadas. Así lo recogen las normativas que, por lo general, no lo permiten o establecen limitaciones al respecto, en cuyo caso, excluyen las capas de rodadura.



- **Las lluvias:** generan disminución de temperatura por la vaporización del agua existente en la superficie de soporte y de la que va cayendo sobre la capa extendida; esto afecta de modo directo y muy significativo a la temperatura de compactación de la capa y a los resultados de densidad obtenidos, con un aumento importante, e inadmisibles en muchos casos, del riesgo de obtener una mezcla más porosa y menos cohesiva, con pobres prestaciones mecánicas y de reducida durabilidad. Por tanto, es pertinente suspender las actividades de aplicación de mezclas asfálticas por el periodo que se prolonguen las lluvias en la obra.
- **Cronograma:** para la elaboración del cronograma, se toma como referencia los días efectivamente laborados que es 5 días x 4 semanas \* 12 meses = 240 días al año – 20 festivos = 220 días por año, laborando 8 horas diarias; los días no laborales corresponden al 39% de los 365 días del año<sup>26</sup>.
  - Si se toma como referencia los 190 días de lluvia anuales en los cuales se deben suspender las actividades por las condiciones descritas, en un periodo promedio de 3 horas diarias de lluvias y 1 o 2 horas para el drenaje de las zonas de trabajo y descontando el 39% correspondiente a los días no laborales, se tiene como resultado 74,1 días laborales con lluvias en el año, que corresponde al 34% de los días programados para ejecución de actividades en el cronograma de obra.
  - Esta situación genera sobrecostos en el presupuesto e incumplimiento en las fechas pactadas para la entrega de las obras; por tanto, generalmente los costos se incrementan por facturación de horas extras del personal en días laborales y días festivos, sobrecostos por stand by de maquinaria, incremento en el porcentaje de desperdicios de materiales, mayores cantidades de obra, etc.

### 3.8 Accidentes laborales

El siguiente apartado se desarrolla en las temáticas de descripción, estadística de accidentes, características de los accidentes laborales, errores que generan accidentes, impacto de los accidentes de trabajo, y análisis de riesgos.

#### 3.8.1 Descripción

La Ley 1562 define accidente de trabajo como: [...] todo suceso repentino que sobrevenga por causa o con ocasión del trabajo, y que produzca en el trabajador una lesión orgánica, una perturbación funcional o psiquiátrica, una invalidez o la muerte [...], [...] Igualmente se considera accidente de trabajo el que se produzca durante el traslado de los trabajadores o contratistas desde su residencia a los lugares de trabajo o

---

<sup>26</sup> Tomado de los cronogramas de obra de la etapa de construcción del proyecto Autopistas del Café.

viceversa, cuando el transporte lo suministre el empleador; es decir se considera accidente de trabajo aquel que ocurre durante el cumplimiento de las labores cotidianas o esporádicas de la empresa.

En concordancia con lo anterior, la Ley 1524 de 2013, define cinco clases de accidentes laborales.

- La primera se origina en todos esos sucesos repentinos que se producen dentro del lugar de trabajo y que generan una afectación en la salud del empleado.
- El segundo tipo es el que se da cuando el trabajador sigue las órdenes de su jefe y termina deteriorando su salud.
- La tercera clase es el accidente que se produce cuando el empleado se está trasladando de su casa al trabajo. En este caso, solo se contará como accidente laboral cuando el medio de transporte lo suministre el empleador.
- El cuarto tipo de accidentes laborales se materializa cuando el trabajador está ejerciendo una función sindical.
- La quinta clase se da cuando el accidente se produce durante la ejecución de una actividad recreativa, deportiva o cultural organizada por la propia compañía.

En Colombia, los riesgos laborales en el sector de la construcción tienen características especiales, que inciden significativamente en la salud y seguridad en el trabajo, y que están relacionadas con factores como las diferentes etapas de la obra, el trabajo a la intemperie, la alta rotación de los trabajadores, la diversidad de oficios, las condiciones de temporalidad y las tareas de alto riesgo asociadas; por esta última es la razón por la cual el sector de la construcción se encuentra clasificado en el sistema general de riesgos como clase V, que comprende las actividades de mayor riesgo lo que significa mayor es el valor de cotización que el empleador debe pagar a su Administradora de Riesgos Laborales (ARL).

### **3.8.2 Estadísticas de accidentes de trabajo**

En el sitio web (La República, 2018) se menciona que:

Con base en las cifras de la Federación de Aseguradores Colombianos FASECOLDA<sup>27</sup> y para tener como referencia, el sector de la construcción se ubica en el cuarto lugar entre las actividades económicas más riesgosas, ya que por cada 100 trabajadores se registran 9,1 accidentes en este sector. El primer lugar lo ocupa, agricultura, ganadería, caza y silvicultura con 15,8 trabajadores, seguido por minas y canteras con 12,8 empleados; industria manufacturera 9,2

---

<sup>27</sup> FASECOLDA se creó como entidad gremial sin ánimo de lucro, que representa la actividad del sector asegurador frente a las entidades de vigilancia y control, así como a la sociedad en general.

trabajadores y el quinto lugar es ocupado por hoteles y restaurantes 8,5 trabajadores.

Por otro lado, cifras de la entidad también registra que, durante el año 2018 en el sector de la construcción se registraron 82.470 casos de accidentes en el país, es decir 225,9 accidentes diarios, 299 enfermedades calificadas, 101 muertes calificadas por accidente de trabajo, 80 pensiones de invalidez por accidente de trabajo y por enfermedad laboral, 1.785 trabajadores que presentaron una enfermedad laboral y se les pagó una indemnización. (párr. 01-02)

Es importante resaltar que estos datos corresponden solamente a los trabajadores afiliados al sistema general de riesgos profesionales<sup>28</sup>.

En el artículo: Condiciones de seguridad y salud en el trabajo en las obras de Construdata, se indica que, los trabajadores independientes, contratistas y subcontratistas que no están cubiertos por el Sistema General de Riesgos Profesionales no reportan los accidentes de trabajo. En muchas ocasiones estos son asumidos por el Sistema de Salud o por pólizas especialmente suscritas, las cuales solo cubren la atención médica hasta un determinado tope y no comprenden las prestaciones económicas a las que da lugar el accidente. Por tanto, estos reportes no están incluidos en los registros de Fasecolda, de esto, se obtiene que las cifras reales de accidentalidad son superiores a las registradas por las aseguradoras, ya que no existe un sistema único de información nacional, y el Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, no tiene una publicación oficial de tasas de accidentalidad.

El Manual de prevención de accidentes y promoción del trabajo seguro en el sector de la construcción presenta una encuesta realizada entre obreros de la construcción en cuatro ciudades del país (Bogotá, Barranquilla, Bucaramanga y Pereira), que ofrece algunos datos en relación con los accidentes de trabajo, sus causas, las fases de obra que representan una mayor accidentalidad, y los riesgos asociados (Imagen 18).

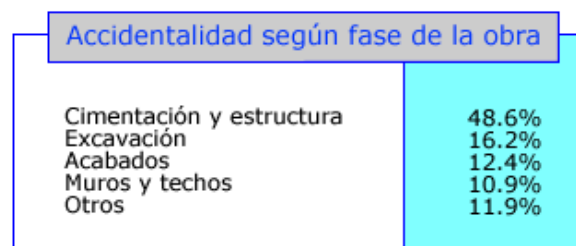


Figura 18. Accidentes laborales según la fase de la obra  
Fuente: (Hernández Molina, 2016, p. 24)

<sup>28</sup> Esta información se encuentra respaldada en el sitio web: RL Datos Riesgos Laborales: <https://sistemas.fasecolda.com/rldatos/Reportes/xClaseGrupoActividad.aspx>



### 3.8.3 Características de los accidentes laborales

En la página web de la IMF Business School (escuela de negocios internacional con sede principal en España), en su artículo: Obras civiles y sus riesgos, señala que la siniestralidad en la construcción, tanto en tipos de accidente, como en gravedad, viene siendo históricamente bastante homogénea en su distribución estadística.

Golpes en las manos y pies, caídas al mismo nivel, sobreesfuerzos, proyecciones de partículas, etc., suelen constituir el mayor porcentaje de accidentes, normalmente leves. Caídas de altura, derrumbamientos y desprendimientos, contactos eléctricos, vuelcos de maquinaria, etc., siendo mucho menores proporcionalmente, suelen provocar en gran medida accidentes graves y mortales.

No obstante, lo anterior, y aun teniendo en cuenta que todos los accidentes citados se producen en todo tipo de obras, las obras civiles como construcción de vías, túneles, viaductos, oleoductos, obras marítimas, aeropuertos, etc, tienen unos condicionantes y características que las diferencian de construcción de edificaciones, tanto en riesgos como en siniestralidad y por tanto en prevención. Dichas características específicas se pueden relacionar así:

- Grandes movimientos de tierras, desmontes, terraplenes, vaciados, zanjas, pozos, galerías, vertederos.
- Cimentaciones especiales en tierra, ríos, incluso mar.
- Puesta en obra de concreto, en cantidades y volúmenes considerables, lo que implica manejo de grandes encofrados y armaduras.
- Encofrados deslizantes y trepantes.
- Fabricación, acopios, movimientos y puesta en obra de elementos prefabricados pesados y de grandes dimensiones.
- Lanzamiento de vigas de gran longitud y peso, apeos y cintas de grandes dimensiones.
- Explotación de canteras, instalación de plantas de machaqueo, clasificación de áridos, aglomerados, etc.
- Utilización de maquinaria pesada de movimiento de tierras, camiones, grúas de gran potencia, tolvas
- Creación de accesos y caminos provisionales.
- Señalización propia de la obra.
- Productos y sustancias especiales.
- Radiografías de soldaduras y controles con equipos radiactivos.

Por lo general este tipo de obras se ejecutan en zonas rurales o en proximidades a las zonas urbanas, lo que genera que el desarrollo de las obras presente estos condicionantes:

- Difícil accesibilidad desde vías públicas.
- Interferencias con vías públicas.
- Interferencias con carreteras, caminos, ganado, ríos, ferrocarriles, líneas eléctricas de media, baja y alta tensión, líneas aéreas, líneas telefónicas aéreas y subterráneas.
- Intemperie con sus características específicas en cada caso, lluvia, viento, frío, calor y demás factores atmosféricos adversos.

### **3.8.4 Errores que generan accidentes laborales**

Los accidentes laborales se presentan por falta de implementación de medidas de protección por parte de la empresa y por descuidos de los empleados; es decir, cuando un accidente laboral ocurre, salvo que haya sido por un flagrante error del trabajador, lo más probable es que la empresa acabe siendo sancionada y pagando las indemnizaciones correspondientes.

Según la (Revista Dinero, 2018), respecto a los errores que frecuentemente se presentan que generan accidentes laborales en el caso de Colombia, hace una descripción con base en las hipótesis y estudios de Ítalo Benjamín Cardona, especialista de la OIT, y de Alfredo Steve Sherrintong, psicólogo, doctor en Gestión de Negocios Internacionales, relaciona una lista de errores en materia de accidentes laborales que no se deben cometer en una empresa:

- No identificar y notificar sobre los accidentes laborales que ocurren en la compañía.
- No avanzar en políticas de prevención; es decir, ver todavía el reporte de accidentes como un riesgo o una posibilidad de una sanción o multa administrativa.
- No formar equipos que investiguen los posibles riesgos que hay dentro de una compañía y sus causas. No generar recomendaciones para cada espacio y/o labor.
- No identificar qué acciones pueden ser puestas en marcha para prevenir accidentes y reducir riesgos laborales y profesionales en el futuro.
- No identificar que las acciones que cada persona practique tienen repercusiones en otros. Se debe partir de la premisa que todos pueden salvar la vida de todos, desde el gerente general o dueño hasta el menor cargo dentro de una compañía.

- Fallar en la selección de personal, ya que hay personas que al ponerse nerviosas al verse expuestas no se controlan lo que los lleva a cometer graves errores al interior de un proceso o empresa. Al respecto, Sherrintong aseguró que ya no se debe capacitar en conocimientos teóricos sino en ‘neurocompetencias’, qué es lo que hay en el cerebro que permite ejecutar o no una acción.
- No entrenar al personal. Se deben desarrollar las capacidades de cada trabajador y no solo enfocarse en el conocimiento. “La mayoría de las empresas cumplen muy bien con hacer los cursos de normas, pero no hacen el proceso de internalizar (tanto cognitiva y emocionalmente) esta información. Hemos visto personas que son excelentes en la teoría, pero en la práctica se asustan”, detalló Sherrintong.
- No manejar adecuadamente los casos de estrés laboral, que es considerado como un riesgo psicosocial en el trabajo. “El estrés afecta la calidad de vida, la salud y el entorno. Una persona que está estresada puede cometer actos impudentes, puede estar más susceptible a tener accidentes y afectar a la comunidad laboral”, puntualizó Ítalo Benjamín Cardona, especialista de la OIT.

### 3.8.5 Impacto de los accidentes de trabajo

El impacto de los accidentes de trabajo y de las enfermedades laborales, se reduce a dos aspectos, costo humano y costo económico; según el Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud de España (ISTAS)<sup>29</sup>, estos aspectos se definen así:

- **Costo humano:** el costo humano lo constituye el daño que sufren las personas directamente afectadas como el que sufren sus allegados. Supone desde las lesiones físicas para el trabajador/a que lo sufre, que implican dolor, pérdida de trabajo, necesidad de atenciones médicas y/o rehabilitación, hasta, en determinados casos pérdida de autonomía personal, alteración de proyectos de vida, minusvalías, etc. Los allegados también sufren el coste de la pérdida de familiares por consecuencias fatales, cuando esto ocurre.
- **Costo económico:** el costo económico está formado por todos los gastos y pérdidas materiales que el accidente ocasiona, para la persona y su familia, así como el costo del deterioro de materiales y equipos y pérdida de tiempo de trabajo para la empresa y sus compañías aseguradoras, costos para las arcas públicas, para la sociedad en general, etc.
- 

### 3.8.6 Análisis del riesgo

En los presupuestos de los proyectos no se tienen estimados los costos que se producen solo y únicamente como resultado de que efectivamente ocurra un accidente, o

---

<sup>29</sup> El Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud (ISTAS) es una fundación autónoma de carácter técnico-sindical promovida por Comisiones Obreras (CCOO) con el objetivo general de impulsar actividades de progreso social para la mejora de las condiciones de trabajo, la protección del medio ambiente y la promoción de la salud de los trabajadores y trabajadoras en el ámbito del Estado Español.

enfermedad profesional. El ISTAS, señala estos costos como “invisibles”, a continuación, se relacionan algunos costos que de igual forma se ajustan al caso de Colombia y en específico al proyecto vial:

- **Costos salariales:** lo que el empresario paga, pero no se trabaja, tanto por trabajadores afectados directamente como por compañeras/os que dejan de trabajar hasta que se aclara lo sucedido, o por el malestar producido, o por auxiliarle, etc.
- **Costos derivados de la contratación de un sustituto:** no sólo salariales, sino también seleccionar y dar de alta, formarle, el tiempo que tarda en ser igualmente productivo/a, etc.
- **Costos por pérdidas o daños de materiales, equipos, etc.:** los equipos dañados, o precintados por investigación, o la elevación de primas de seguros de los equipos, etc.
- **Complementos por incapacidad temporal:** en muchos convenios colectivos se especifica que, en caso de accidente, el empresario asumirá, de su cargo, el complemento para que los trabajadores afectados cobren el 100% de lo percibido en el mes anterior a la novedad.
  - En el caso de pago de incapacidades laborales en Colombia, los 2 los dos primeros días la empresa los paga sobre el 66.66% del salario, según el artículo 227 del código sustantivo del trabajo que ordena reconocer un subsidio por incapacidad equivalente a 2/3 de salario. Si la incapacidad supera los 90 días, a partir de los 91 días se liquidará sobre el 50% del salario siempre que el resultado no sea inferior al mínimo.
- **Sanciones administrativas:** en Colombia según el Decreto 472 de 2015, las sanciones previstas por infracciones dependiendo del tamaño de la empresa, pueden llegar hasta 1000 SMMLV, hasta el cierre y clausura de la empresa. Estas se pueden aplicar por incumplimiento de medidas, aun cuando todavía no se haya producido un accidente.
- **Costos debidos a demandas por responsabilidad civil:** el trabajador, su familia o el sindicato pueden reclamar por la vía civil. Esto generaría, además de la posible sanción civil, costos de representación por abogados, honorarios por peritajes, tiempo para acudir a testificar, etc.
- **Costos por responsabilidad penal:** esto generaría, además de la posible sanción penal, costos de abogados, honorarios de peritos, tiempo para acudir a testificar, etc.

Por tanto, los principios de prevención integral, análisis de riesgos, planificación y control son fundamentales, no sólo por exigencia de la ley, sino también porque sin su aplicación no es posible realizar correctamente este tipo de obras.

### 3.9 HALLAZGOS ARQUEOLÓGICOS

Este apartado se divide en tres temáticas, la primera los antecedentes arqueológicos de la zona de estudio, luego los hallazgos arqueológicos en la zona de influencia del proyecto y finalmente un análisis de riesgos.

#### 3.9.1 Antecedentes arqueológicos en la zona de estudio

El patrimonio arqueológico representa el testimonio del devenir de nuestros antepasados, pertenece a la nación y es inalienable, inembargable e imprescriptible. Es por esto que debe ser conservado, protegido y estudiado.

La protección y el análisis del patrimonio arqueológico salvaguardado aporta valiosa información de la cultura, cómo vivían y cómo se relacionaban con el ambiente, lo cual sirve de modelo en la actualidad para los mismos propósitos. Cualquier actividad que implique la remoción del subsuelo, cambios en el paisaje o gvaquería, puede alterar distintos tipos de evidencias arqueológicas y por ende generar la destrucción del patrimonio arqueológico de la nación.

Desde el punto de vista arqueológico y etnohistórico los departamentos del Quindío y Valle del Cauca presentaron gran diversidad cultural en época prehispánica debido a la multiplicidad de grupos humanos que la habitaron. Si bien los primeros trabajos arqueológicos intentaron generalizar y homogenizar las problemáticas regionales bajo el término de “cultura o complejo Quimbaya”, las investigaciones procedentes tanto de la cultura material como del contexto arqueológico registran procesos más complejos en la ocupación del territorio cronológicamente.

Las evidencias arqueológicas de la región provienen de un importante número de contextos funerarios, los cuales han sido gvaqueados (saqueados) sistemáticamente a través de la historia de los procesos de apropiación del territorio colonización española, antioqueña. Dichos vestigios se caracterizan por su dedicada factura tanto alfarera como orfebre; lamentablemente la práctica de gvaquería, muy arraigada en la población hasta la actualidad, viene ocasionando la pérdida de valiosa información sobre los artefactos y contextos arqueológicos presentes en la región del valle y la cuenca media del río Cauca.

El corredor donde se ubican los municipios de Calarcá, La Tebaida, Caicedonia, y Zarzal, pertenecientes al Departamento del Quindío y Valle del Cauca, son territorios considerados arqueológicamente hablando zonas de alto potencial arqueológico; ya que se ha registrado material cultural (piezas en cerámica, artefactos líticos, piezas de orfebrería), diferentes clases de tumbas en el subsuelo perteneciente a la cultura Quimbaya.

Los reconocimientos arqueológicos realizados en zonas de los municipios de Génova, Calarcá y en límites entre Armenia y La Tebaida [...] han reportado recolecciones de material en superficie, sondeos y excavaciones de algunas tumbas, generalmente de pozo y cámara lateral sus materiales recuperados corresponden a copas troncónicas de base cónica, tazas, cuencos, ánforas y figurinas antropomorfas con decoración negativa en dos y tres colores.

También se han registrado piezas arqueológicas que según los arqueólogos corresponden a piezas domésticas entre las que se encuentran ollas y “sartenes” con decoración incisa modelada, y fueron correlacionados con el Complejo Cauca Medio definido por Bruhns.

Por otra parte, trabajos de campo de los investigadores Joel García y Camilo Rodríguez, (1985), realizados en el departamento de Quindío, más exactamente en el municipio de Montenegro, cañón del Río La Vieja y sector occidental de la Hoya del Quindío, demuestran la presencia de tres grupos de material alfarero, que no son claramente asociables a ninguna de las categorías presentadas por otros autores, pero que guardan entre sí algunas concordancias; concluyendo que la concentración de asentamientos se ubica en las zonas templadas, y encontrando una mayor cantidad de estos asentamientos en la Hoya de Quindío. Los arqueólogos proponen que la distribución interna de los yacimientos muestra una utilización en los extremos del eje mayor para cultivos y basureros hacia los extremos.

En 1970 fue hallada en el aeropuerto El Edén (municipio de La Tebaida) una punta de proyectil en chert con pedúnculo y de una forma triangular. Esta fue incluida en una categoría asociada al paleoindio, pues se halló en un área muy erosionada.

Las investigaciones a determinar y ahondar sobre el periodo precerámico son pocas, una de ellas inicio con el autor Gonzalo Correal el cual mencionada hallazgos de raspadores elaborados en rocas ígneas que fueron ubicados en recolección superficial sobre una terraza aluvial del río La Vieja en su confluencia con el río Cauca. Si bien se describen restos de Megafauna en jurisdicción de los municipios de La Victoria, Toro y Zarzal no se pudo establecer su asociación con utillaje lítico.

El investigador Rodríguez (1988) realiza una prospección en la margen occidental de la hoya del Quindío, en la cual encuentra abundante material alfarero, lo clasifica en tres grupos y compara con los materiales recuperados en las investigaciones de Duque y Bruhns.

En el marco de la fase de monitoreo arqueológico de la línea de interconexión eléctrica a 115 Kv Armenia-La Tebaida, algunos autores describen la ubicación de varios



yacimientos arqueológicos a lo largo del trazado de la línea, cuyos materiales alfareros presentan algunas similitudes formales y decorativas con los materiales reportados por otros autores.

Los aportes de una serie de investigaciones llevadas a cabo desde 1999, en el departamento del Quindío (García y Quintana 2001a, 2001b, 2001c, 2001d y 2001e; Quintana y Jaramillo 2002 y Jaramillo et al. 2001), realizados como programas regionales a largo plazo, buscando formas de aproximación y metodologías que permitieran aproximarse en la busca de datos que resolvieran los innumerables vacíos de los grupos que habitaron la región del Valle Medio del Río Cauca y especialmente del departamento del Quindío.

A continuación, se relacionan las fechas tomadas con carbono 14 para la zona.

Tabla 8. Fechas por Carbono 14 para el Quindío, Sociedades Alfareras

ID	Municipio	Fecha a.P	Número Laboratorio	Fecha Cristiana	Fuente	Contexto
1	La Tebaida	2490 ± 70 a.P	Beta 94935	-540	Salgado, (1996)	Tumba
2	Córdoba	960 ± 70 a.p.	Beta 165546	990	Quintana y Jaramillo (2002)	Tumba
3	La Tebaida	900 ± 120 a.P	Gak 3322	1050	Bruhns (1976)	Tumba
4	Córdoba	850 ± 80 a.P	Gak 3323	1110	Bruhns (1976)	Tumba
5	Calarcá	840 ± 50 a.P	GX-27605	1110	Rojas (2001)	Tumba
6	Armenia	838 ± 90 a.P	Gr 7718	1112	Correal (1970)	Tumba
7	La Tebaida	830 ± 90 a.P	Gak 3320	1120	Bruhns (1976)	Tumba
8	La Tebaida	730 ± 60 a.P	Beta 94931	1160	Bernal (1996)	Tumba
9	Calarcá	650 ± 110 a.P	GX-27606	1300	Rojas (2001)	Vivienda
10	La Tebaida	560 ± 60 a.P	Beta 94936	1390	Bernal (1996)	Tumba
11	Córdoba	550 ± 70 a.P	Gak 3324	1400	Bruhns (1976)	Tumba
12	La Tebaida	470 ± 50 a.P	Beta 94937	1430	Bernal (1996)	Tumba
13	La Tebaida	290 ± 70 a.P	Beta 94934	1590	Bernal (1996)	Tumba
14	Caicedonia	900 +/- 70 B.P.	Beta 95568	(1050 d.C.)		Tumba

Fuente: (Marulanda Osorio & Quintana Urrea, 2016)

En el año 2005, el antropólogo Francisco Aldana Sierra aportó información que contribuye a seguir enriqueciendo la información arqueológica de esta región del país denominada Quimbaya, que ha sido golpeada por la guaquería. Durante las actividades de prospección arqueológica efectuadas en predios de la Parcelación La Micaela Sitio 63 CAL002, vereda Combia, municipio de Calarcá, Quindío, mediante excavaciones de pozos de sondeo, denominados Lotes y localizados en ejes longitudinales con un sentido de orientación Norte-sur cada 5 metros, recupero, identifiqué y clasifiqué el material cerámico hallado en el Complejo Cerámico Cauca Medio y Caldas.

El conjunto de materiales cerámicos recuperados en la prospección permite proporcionar en lo posible información básica para el establecimiento de una secuencia cronológica local que eventualmente pueda ser contrastable a escala regional, aspecto fundamental para tratar de empezar a identificar los procesos históricos ocurridos en la época



prehispánica en la actual región centro occidental del Eje Cafetero, y en particular en el municipio de Calarcá, departamento del Quindío.

Según lo contemplado en el Decreto 833 de 2002 y el Decreto 763 de 2009, todo el territorio colombiano se considera zona potencial de riqueza arqueológica. Por lo tanto, la manera de hacer una evaluación del potencial arqueológico es mediante una prospección arqueológica la cual debe ser realizada por un arqueólogo autorizado por el ICANH.

### 3.9.2 Hallazgos arqueológicos en la zona de influencia del proyecto

El ICANH<sup>30</sup> tiene a disposición del público en general, la herramienta Atlas Arqueológico de Colombia, que es una iniciativa adelantada desde 2009 en el ICANH, como respuesta a la necesidad urgente que tienen el Instituto, los centros de investigación y las entidades gubernamentales y privadas por acceder de manera rápida y confiable a la información arqueológica del país bajo un sistema de información Geográfica.

En el área de influencia del trazado del proyecto, a una distancia del eje del proyecto hasta 3 km y de acuerdo a los estudios de arqueología reportados por el ICANH, en la Tabla 9 se registran los siguientes hallazgos:

Tabla 9. Hallazgos arqueológicos en la zona de influencia del proyecto

SITIO No.	ID No.	UBICACIÓN	DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	LUGAR	DISTANCIA DEL EJE Km	NOMBRE ARQUEOLÓGICO	AÑO	POTENCIAL	AUTOR
1	1814	K 25+300	Valle del Cauca	Caicedonia		1,3	V-Cai-EAI-1 Los Quingos	1976	Medio	Bruhns, Karen O.
2	5784	K 28+600	Quindío	La Tebaida	La Herradura	0,1			Alto	
3	5785	K 28+900	Quindío	La Tebaida	La Herradura	0,1	Tramo El Percal y La Herradura	1996	Alto	Salgado López, Hector
4	268	K 29+500	Quindío	La Tebaida	La Herradura	0,7			Medio	
5	206	K 37+750	Quindío	La Tebaida	Zona urbana	1,5	PR-237 (C-1)	2001	Alto	Briceño Torres, Pedro P.
6	278	K 39+500	Quindío	La Tebaida	Montenegro	1,9			Alto	
7	208	K 39+900	Quindío	La Tebaida	Aeropuerto El edén	0,85	Aeropuerto El edén	2000	Medio	Briceño Torres, Pedro P.
8	5714	K 39+900	Quindío	La Tebaida	El Edén	1,1			Alto	
9	225	K 39+900	Quindío	La Tebaida	Club Campestre de Armenia	1,6			Medio	
10	1101	K 52+000	Quindío	Calarcá	Zona urbana	1,4	Sitio ST (15) 2034 - Playa Rica	2001	Medio	Briceño Torres, Pedro P. y Carlo E. Piazzini
11	204	K 52+000	Quindío	Calarcá	Zona urbana	1,3	PR 347 (C-II)	2001	Alto	Briceño Torres, Pedro P.

Fuente: (Marulanda Osorio & Quintana Urrea, 2016)

<sup>30</sup> El Instituto Colombiano de Antropología e Historia ICANH es una entidad del Estado colombiano fundada en 1938 para garantizar la investigación, la producción y la difusión del patrimonio antropológico, arqueológico, histórico y etnográfico del país. Su creación ha sido fundamental para preservar el patrimonio cultural colombiano.

En la figura 19, se ilustra la localización de los sitios donde se registró a la fecha, los sitios con potencial arqueológico.

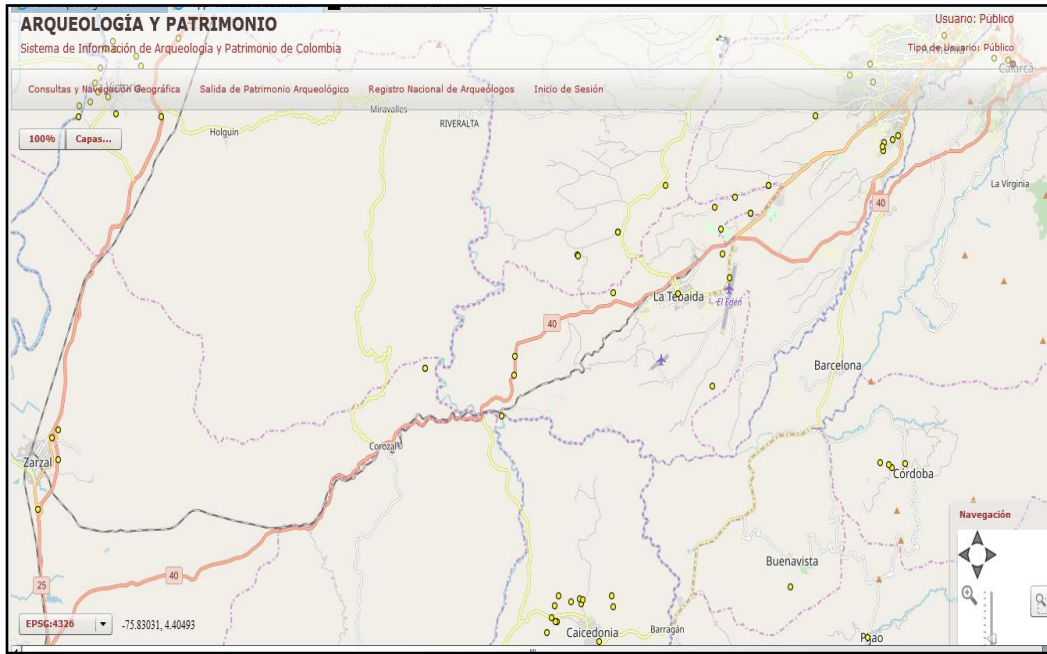


Figura 19. Localización de los sitios donde se registró los sitios con alto potencial arqueológico.  
Fuente: ICANH, atlas de arqueológico de Colombia. el trazado en verde es propio.

En la figura 20, se indica el detalle de cada uno de los sitios con potencial arqueológico en el atlas de arqueológico de Colombia:

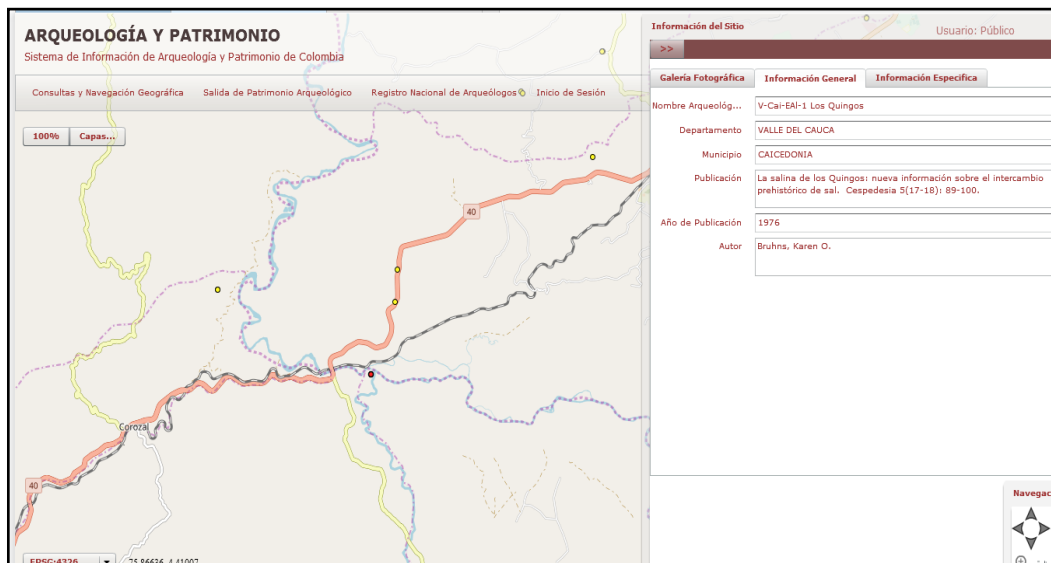


Figura 20. Detalle de cada uno de los sitios con potencial arqueológico en el atlas de arqueológico de Colombia  
Fuente: ICANH, el trazado en verde es propio

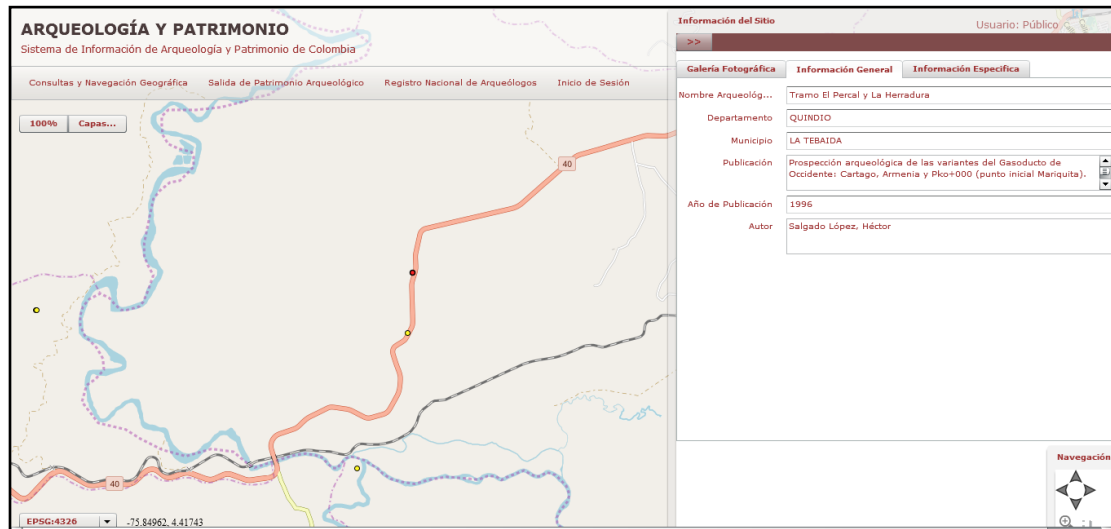


Figura 21. Detalle de cada uno de los sitios con potencial arqueológico en el atlas de arqueológico de Colombia  
Fuente: ICANH, el trazado en verde es propio

### 3.9.3 Análisis de riesgos

La zona en general en donde se desarrolla la obra, pertenece a la vertiente occidental de la cordillera central y corresponde arqueológicamente a la cuenca montañosa media del río Cauca y a las subcuencas de los ríos Consota y Quindío. El área de estudio se localiza entre los 4° y 5° de latitud norte y coincide aproximadamente con la posición media de la zona de convergencia intertropical, lo cual determina algunas de sus principales características climatológicas: lluvias abundantes con un régimen de distribución bimodal, alto contenido de humedad en el aire y un régimen térmico poco contrastado.

Según el sistema de Koppen la zona de estudio queda incluida dentro de los grupos de clima tropical lluvioso (temperatura mayor a 18°C y lluvia superior a 750 mm) y clima de montaña tropical (sobre la base de pisos térmicos). En estos grupos, a su vez se presentan subdivisiones que ubican el sector en el rango de climas húmedos con lluvias durante todo el año, pero con períodos menos lluviosos.

Morfológicamente el paisaje presenta una superficie plana a ondulada de relieve medio, como pequeñas colinas redondeadas o alargadas, con cimas planas, disectada profundamente por corrientes superficiales principalmente asociada a las quebradas Condina y El Oso, y a los ríos Barbas y Quindío las cuales corresponden a lineamientos estructurales asociados a la tectónica de la región.

Esta superficie es la manifestación morfológica de depósitos antiguos de flujos de lodo y escombros, cubiertos con cenizas volcánicas, que suprayacen una paleotopografía de carácter ígneo metamórfica. A esta cobertera se le conoce como el Glacis del Quindío, Abanico Armenia Pereira o Formación Armenia. En términos generales, está constituida

por secuencias de depósitos torrenciales y depósitos piroclásticos, con características muy heterogéneas y localmente por secuencias arcillosas.

Los suelos de este sector y en general de la región cafetera se han desarrollado a partir de cenizas volcánicas y piroclastos. Se trata de suelos profundos, bien a moderadamente drenados, de texturas medias a moderadamente finas, altamente lixiviados y con bajos porcentajes de saturación de bases. Estos son utilizados en cultivos de café (*Coffea arábica* vr catuna y Colombia), morera (*Morus alba* sp), tomate (*Lycopersicon* sp) y algunos cítricos, dentro de los que crecen malezas como cadillo, pringamoza, dormidera y batatilla. Esporádicamente se encuentran especies silvestres de guaduales (*Bambusa guadua*) y algunos árboles como guamo (*Inga* sp), nacederos (*Tricanthera gigantea*), balsos (*Ochroma lagopus*), pisquín (*Albizia carbonaria*), nogal cafetero (*Cordia alliodora*), el lechero (*Euphorbia cotinifolia*) y laureles (*Nectandra* sp). Los guaduales cubren el borde de las quebradas, dentro de estos bosques crecen especies de platanillo (*Heliconia* sp) y malezas como los besitos (*Impatiens balsamina*). Asociados a los guaduales, en zonas sometidas a inundaciones ocasionales o en aluviones recientes, dominan la cañabrava (*Gynerium sagitum*).

Las condiciones descritas y de acuerdo a los datos obtenidos de las investigaciones en el área de influencia del corredor vial Armenia – Pereira – Manizales, corresponden a sociedades agroalfareras, que concuerdan con los registrados de otros sectores del Eje Cafetero. Los grupos agroalfareros establecidos en la región, se ubican cronológicamente entre los siglos X y XV d.C. y asociarlos al denominado grupo Quimbaya tardío.

Dado lo anterior y debido a que parte del área de intervención del proyecto, tramo Corozal (Puente El alambrado) – Calarcá, es considerada como de medio y alto potencial arqueológico, es necesario que se planteen actividades de mitigación que garanticen la preservación y protección del patrimonio arqueológico. Se deberán realizar capacitaciones al personal de obra (calificado y no calificado), cuyo fin será el dar a conocer los pasos a seguir en caso de un hallazgo fortuito y se hará una divulgación de la legislación sobre el patrimonio arqueológico que deberá ser cumplida durante la ejecución de la obra.

En cumplimiento de la legislación vigente, específicamente la Ley 1185 de 2008, Por la cual se modifica y adiciona la Ley 397 de 1997 –Ley General de Cultura– y se dictan otras disposiciones, sancionada por el congreso, señala que:

En los proyectos de construcción de redes de transporte de hidrocarburos, minería, embalses, infraestructura vial, así como en los demás proyectos y obras que requieran licencia ambiental, registros o autorizaciones equivalentes ante la autoridad ambiental, como requisito previo a su otorgamiento deberá elaborarse

un programa de arqueología preventiva y deberá presentarse al Instituto Colombiano de Antropología e Historia un Plan de Manejo Arqueológico sin cuya aprobación no podrá adelantarse la obra.

La probabilidad de encontrar material arqueológico adicional al proyectado en la etapa de estudio y prospección es alta, ya que, durante el monitoreo a ejecutar paralelo a las actividades de excavación, se pueden hallar estructuras funerarias, restos óseos y valiosos artefactos que, en cumplimiento a la legislación vigente, se obligue a suspender las obras por el tiempo que dure las actividades de rescate.

En la experiencia del proyecto vial Armenia-Pereira-Manizales y tomando como ejemplo la última obra ejecutada, denominada variante La Paz<sup>31</sup> en el municipio de Chinchiná, se hallaron estructuras funerarias que obligaron a suspender las obras en varias oportunidades, por periodos de hasta 20 días en cada hallazgo adicional al previsto inicialmente, que, en total, se registró un retraso en la terminación de las obras por las actividades de rescate de 3 meses, para un tramo de 1,2 km. Esta condición conllevó a suspender el contrato e incurrir en costos adicionales por stand by de personal y equipo, adicionalmente, el riesgo por estos mayores costos derivados de hallazgos arqueológicos es asumido por el contratista.

En la figura 22 se ilustra la localización de los hallazgos en el área de influencia del proyecto.

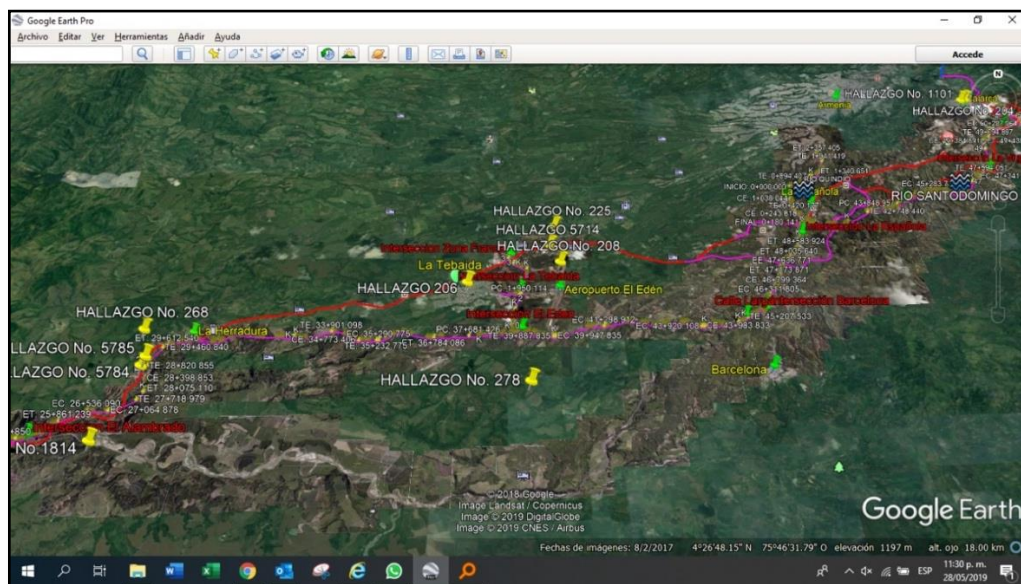


Figura 22. Localización de los hallazgos en el área de influencia del proyecto.

Fuente: propia

<sup>31</sup> La Variante La Paz, construcción de una calzada bidireccional de longitud 1,2 km en el municipio de Chinchiná, contratada mediante contrato 002 de 2014 del Fondo Adaptación con Autopsitas del Café, consistente en la ejecución de las obras para la recuperación de sitios críticos de la carretera Armenia – Pereira – Manizales.



### **3.10 MAYORES CANTIDADES DE OBRA**

Este apartado se divide en tres momentos, primero se define la modalidad de contratación, los sobrecostos de la industria de la construcción y un análisis de riesgos.

#### **3.10.1 Modalidades de Contratación**

De acuerdo con lo establecido en el artículo 2° del Estatuto de Contratación y la naturaleza jurídica de la Función Pública, el régimen jurídico de contratación aplicable es el consagrado en las leyes 80 de 1993, que en su artículo 32 se definió el contrato de obra como aquel que celebran las entidades estatales para la construcción, mantenimiento, instalación y, en general, para la realización de cualquier otro trabajo material sobre bienes inmuebles, cualquiera que sea la modalidad de ejecución y pago.

Sobre la modalidad de pago de los contratos, en el artículo 82 del Decreto 222 de 1983, se definen las diferentes modalidades de pago del valor del contrato de obra: a precio global, a precios unitarios, por administración delegada reembolso de gastos y pago de honorarios y el otorgamiento de concesiones. Para este tipo de contratación de obras como es el caso de la construcción de un tramo de vía de 62 km, por su costo de construcción y operación, se realiza mediante el otorgamiento de concesiones. La Ley 1508 de 2012, establece el régimen jurídico de las APP, indicando que las concesiones se encuentran comprendidas dentro de los esquemas de APP, definido en el Artículo Primero, como un instrumento de vinculación de capital privado, que se materializan en un contrato entre una entidad estatal y una persona natural o jurídica de derecho privado, para la provisión de bienes públicos y de sus servicios relacionados, que involucra la retención y transferencia de riesgos entre las partes y mecanismos de pago, relacionados con la disponibilidad y el nivel de servicio de la infraestructura y/o servicio.

Este esquema de pago enmarcado en la Ley 1508 de 2012, plantea el pago de las inversiones por disponibilidad de la obra, es decir, que la recuperación de la inversión por parte del Estado se reconoce al concesionario una vez la infraestructura esté disponible, cuando se encuentre en uso bajo los estándares de servicio y calidad, de conformidad con el Decreto 1467 de 2012. El costo de la remuneración por las obras entregadas, corresponden al presupuesto y cantidades calculadas y aprobadas por la entidad contratante, el cual incluye todos los costos directos e indirectos en que incurrirá el contratista para la ejecución de la obra; este valor es legalizado mediante la suscripción del contrato del proyecto, y en principio, no origina el reconocimiento de obras adicionales o mayores cantidades de obra no previstas.

#### **3.10.2 Sobrecostos en la industria de la construcción**

Los sobrecostos en un proyecto de construcción de infraestructura son habituales, e implican que la materialización del proyecto se podría ejecutar utilizando menos recursos



financieros. No obstante, es necesario precisar que los sobrecostos no siempre son el resultado de la falta de experiencia, la ineptitud o la corrupción de los contratistas. La construcción de infraestructura es una empresa difícil y es habitual que deban preverse sobrecostos.

El BID en su libro “mejores gastos para mejores vidas” de Alejandro Izquierdo, quien indica que, en términos globales, los sobrecostos representan el 28% del costo total de la inversión en infraestructura y suelen generarse debido a información incompleta, falta de competencia y de transparencia en los procesos de licitación, escasa supervisión de los proyectos y un sesgo optimista que subestima los costos.

La revista (OBRAS, 2013) publica los resultados de los estudios de sobrecostos en los proyectos de construcción en México, realizados por la empresa consultora PriceWaterhouseCoopers (PWC), quien asegura que el 94% de los proyectos de construcción han experimentado sobrecostos, atribuibles a la falta de procesos de administración de riesgos y sólo el 2.5% de ellos ha alcanzado sus objetivos de negocios.

Una de las causas por las cuales se presentan sobrecostos en los proyectos de construcción, son las mayores cantidades de obra que se tienen que ejecutar para cumplir con el objeto del contrato; ya que las estimaciones consideradas durante la etapa de diseños pueden variar durante la etapa de construcción del proyecto, implicando así variaciones considerables en dichas cantidades de obra que afectan el presupuesto del proyecto. Las mayores cantidades de obra que generan sobrecostos está asociadas a los cambios de especificaciones técnicas en el desarrollo de una actividad, como por ejemplo un cambio inesperado en el trazado de la vía, un ajuste al diseño de mezcla asfáltica o problemas de calidad de materiales.

En el caso de la concesión Autopistas el Café, el presupuesto del proyecto se aumentó en la modificación de junio de 2000 en un 23% con relación a la planificación inicial y posteriormente en la reestructuración del 2005<sup>32</sup> se disminuyó hasta llegar a un 11% por encima del valor inicialmente programado. Lo que indica la vulnerabilidad del proyecto a la implementación de modificaciones presupuestales, al no contar con restricciones de este tipo. Adicionalmente, el plazo del contrato en la etapa de construcción de 24 meses pasó a 48 meses.

### **3.10.3 Análisis de riesgos**

Las causas que originan mayores cantidades de obra mencionadas, desencadenan que otras actividades se afecten por incremento de cantidades por aumento de los acarreo manifestándose en mayores costos de los materiales por efecto del transporte de material

<sup>32</sup> El contrato de concesión tiene 2 reestructuraciones al contrato, una en junio de 2000 y otra en junio de 2005.

desde la planta de producción hasta la obra, principalmente para las actividades de base granular, subbase y carpeta asfáltica. De igual forma, se presentan incrementos en las cantidades de retiro, transporte y disposición de material de excavación.

Adicionalmente, para el caso particular del proyecto de construcción de la doble calzada La Paila-EDCalarcá, las modificaciones al diseño se pueden presentar en caso de que las autoridades ambientales y de orden Nacional requieran ajustes en el trazado por posibles afectaciones al paisaje cultural cafetero, por requerimientos de la comunidad que soliciten obras complementarias no previstas en la etapa de diseño, posibles derrumbes en temporadas invernales y posibles derrumbes en los portales de los túneles, por posibles imprecisiones en los estudios de suelos, que generen ajustes en las cantidades de obra de las estructuras de paviWmento y obras de cimentación.

### **3.11 ERUPCION VOLCAN MACHÍN**

En este apartado se realizará una descripción, luego un se relacionará la amenaza por erupción, luego se mencionarán las últimas erupciones volcánicas en Colombia, para finalizar con análisis por riesgos.

#### **3.11.1 Descripción**

En la página web del (Servicio Geológico Colombiano) se puede encontrar la siguiente información, en Colombia existen al menos 38 volcanes, de los cuales 15 se encuentran activos, uno de ellos es el Volcán Cerro Machín, que está localizado en la margen suroccidental del denominado Complejo Volcánico Machín-Cerro Bravo, costado oriental de la cordillera central, en el sector denominado parque de los nevados, localizado en los departamentos de Caldas, Risaralda, Quindío y Tolima. Está conformado por un edificio volcánico de forma anular compleja, resultado de un conjunto de relictos de anillos piroclásticos enlazados entre sí; la altura del cono no es mayor de 150 m sobre su base y posee un cráter de 2,4 km de diámetro mayor, relleno por dos domos de 250 m y 150 m de altura (Imagen 23). Además, presenta fenómenos asociados de actividad termal expresados en campos fumarólicos sobre los domos y fuentes termales localizados dentro y fuera del edificio y sismicidad esporádica.

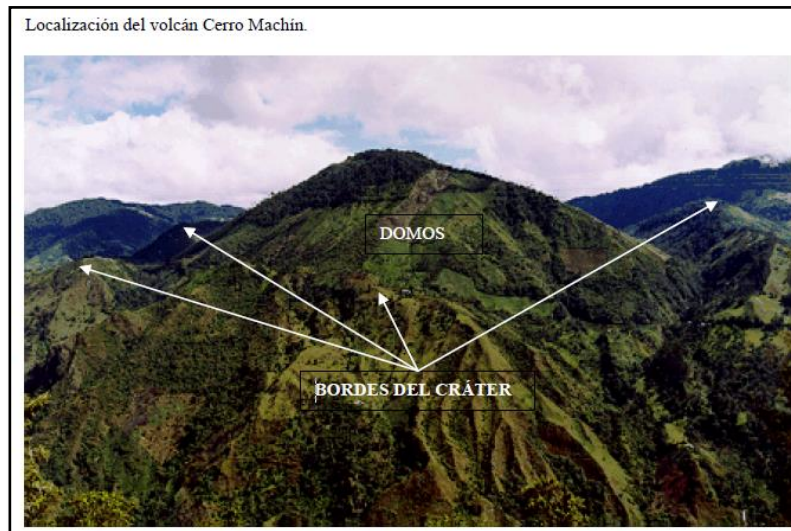


Figura 23. Panorámica del volcán Cerro Machín  
Fuente: Memoria explicativa del mapa de amenaza volcánica del cerro machín, Ingeominas, Bogotá d. c., julio 2003

De acuerdo al INGEOMINAS, el volcán Cerro Machín tiene un gran potencial explosivo y por su composición química, magnitud de sus erupciones y la gran extensión de sus depósitos se cataloga como uno de los volcanes con mayor potencialidad de daño en Colombia, cuya actividad futura podría afectar intensamente, durante mucho tiempo (meses hasta años), una región muy estratégica para la economía. Cubren áreas pertenecientes a los departamentos de Tolita, Quindío, Valle del Cauca y Cundinamarca, en las cuales habitan cerca de 1 millón de personas.

### 3.11.2 Amenazas por erupción

El proyecto está localizado dentro de la zona de amenaza por caída de flujos piroclásticos, los cuales son fragmentos de roca de diferentes tamaños lanzados a la atmosfera, que al caer cubren un área aproximada de 2000 km<sup>2</sup>, en esta área se localizan los municipios de Calarcá, Armenia y La Tebaida, municipios por donde cruza el trazado proyectado de doble calzada La Paila-Calarcá, entre el sector de La Herradura (Km 31+500) y (Calarcá Km 61+900), en una longitud aproximada de 30 km de vía. Estos flujos semejan nubes de material incandescente compuestas por fragmentos de rocas, cenizas (partículas tamaño arena) y gases que viajan calientes (de 300 °C a más de 800°C) a grandes velocidades (de decenas a varios centenares de kilómetros por hora) por los flancos del volcán, tendiendo a seguir los valles, arrasando y sepultando todo lo que encuentra en su trayectoria, provocando que se pueden presentar daños en infraestructuras, equipos y posibles muertes de personal por impacto de fragmentos y contaminación de fuentes de agua. En la Figura 24 se ilustra el mapa de amenaza volcánica y se localiza el trazado del proyecto vial, el cual se ubica dentro de la zona de amenaza por caída de piroclastos por transporte eólico.

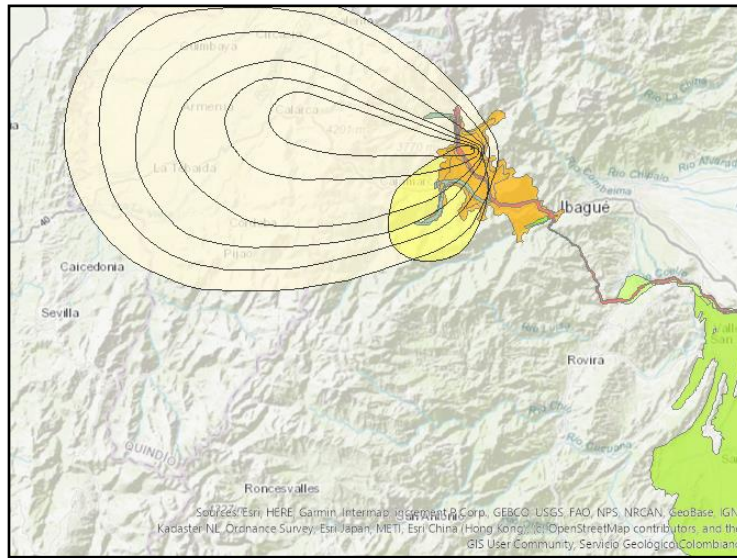


Figura 24. Mapa de amenaza volcánica en el área de influencia del trazado del proyecto vial. Fuente: (Servicio Geológico Colombiano)

En la historia del volcán Cerro Machín, los flujos piroclásticos han tenido tres formas principales de originarse, por lo cual, aparecen tres zonas de amenaza por este tipo de evento. Estas zonas son las llamadas: Zona de Amenaza por flujos piroclásticos de ceniza y pómez, Zona de Amenaza por oleadas piroclásticas y Zona de Amenaza por flujos de bloques y ceniza, que pueden ocasionar los siguientes efectos, según UNGRD:

- Oscurecimiento y dificultades respiratorias por la presencia de partículas finas suspendidas en el aire.
- Incendios forestales o de viviendas.
- Cubrimiento y enterramiento de la superficie y las estructuras.
- Intoxicaciones.
- Obstrucción de drenajes naturales y artificiales.
- Pérdida parcial o total de cultivos y ganado.
- Daños por sobrecarga en estructuras livianas y líneas de conducción eléctrica.
- Daños por corrosión a elementos metálicos.
- Contaminación de fuentes de agua por sólidos y químicos. Daños a la vegetación y desprotección del suelo.
- Lluvias por efecto de partículas que hacen de núcleo en la atmósfera. Afectación al transporte aéreo y terrestre.
- Destrucción de infraestructuras y muerte de seres vivos por impacto de fragmentos.
- Enterramiento de la superficie y estructuras
- Incendios forestales y de viviendas.
- Daños en cultivos.

- Obstrucción de drenajes naturales y artificiales.
- Contaminación de las fuentes de agua.

El INGEOMINAS, de acuerdo a los escenarios en los que se encuentra la actividad volcánica, establecen los niveles de alertas para determinar el comportamiento de los volcanes, de la siguiente forma (Figura 25):

Nivel	Número	Estado de Actividad	Escenario Posible
	IV	Volcán activo y comportamiento estable	El volcán puede estar en un estado base que caracteriza el periodo de reposo o quietud, o registrar actividad sísmica, fumarólica u otras manifestaciones de actividad en superficie que afectan fundamentalmente la zona más inmediata o próxima al centro de emisión, por lo que no representa riesgo para las poblaciones y actividades económicas de su zona de influencia.
	III	Cambios en el comportamiento de la actividad volcánica	Variaciones en los niveles de los parámetros derivados de la vigilancia que indican que el volcán está por encima del umbral base y que el proceso es inestable pudiendo evolucionar aumentando o disminuyendo esos niveles. Pueden registrarse fenómenos como enjambres de sismos, algunos de ellos sentidos; emisiones de ceniza; lahares; cambios morfológicos; ruidos; olores de gases volcánicos entre otros, que pueden alterar la calidad de vida de las poblaciones en la zona de influencia volcánica.
	II	Erupción probable en término de días o semanas	Variaciones significativas en el desarrollo del proceso volcánico derivadas del análisis de los indicadores de los parámetros de vigilancia, las cuales pueden evolucionar en evento(s) eruptivo(s) de carácter explosivo o efusivo.
	I	Erupción inminente o en curso	Proceso eruptivo en progreso cuyo clímax se puede alcanzar en horas o evento eruptivo en curso. La fase eruptiva sea explosiva o efusiva puede estar compuesta de varios episodios. El tiempo de preparación y respuesta es muy corto.

Figura 25. Niveles de alertas para determinar el comportamiento de los volcanes  
Fuente: Ingeominas

### 3.11.3 Últimas erupciones volcánicas en Colombia

Estas han sido algunas de las más importantes erupciones ocurridas en Colombia, según la UNGRD:

- 1899, Nariño: El volcán Doña Juana hizo erupción. Nadie estaba prevenido. 50 personas murieron quemadas.
- 1936, Nariño: El volcán galeras, luego de una intensa actividad de varios años, hizo erupción a las 8 de la mañana. Un testigo narró en una carta, cómo, "con velocidad increíble se formó una columna de humo y ceniza. Se elevó muchísimo y luego se retorció como el tronco de un viejo árbol".



- 1949, Cauca: 16 estudiantes de la Universidad de Popayán escalaban el cráter del Puracé en una excursión científica. Murieron cuando el volcán "efectuó una de las más demoledoras explosiones, lanzando miles de piedras encendidas" según informó el diario la República.
- 1985, Tolima Y Caldas: El volcán nevado del Ruiz hizo erupción y ocasionó una avalancha de lodo que enterró a Armero. La historia acerca de las anteriores erupciones del volcán del Ruiz conlleva una seria advertencia sobre el peligro de volver a construir poblaciones en su zona de influencia.

### 3.11.4 Análisis de riesgos

De acuerdo a los últimos boletines del servicio geológico colombiano, la actividad del volcán Cerro Machain continúa en nivel amarillo (III)<sup>33</sup>, se indica que la actividad sísmica asociada a fracturamiento de rocas en inmediaciones del volcán, aumentó en el número de eventos y en la energía sísmica liberada. En caso de activarse este riesgo, se pueden ocasionar los siguientes efectos que pueden afectar el desarrollo de la etapa de construcción:

- Oscurecimiento y dificultades respiratorias por la presencia de partículas finas suspendidas en el aire.
- Cubrimiento y enterramiento de la superficie y las estructuras.
- Intoxicaciones.
- Obstrucción de drenajes naturales y artificiales.
- Daños por sobrecarga en estructuras livianas y líneas de conducción eléctrica.
- Contaminación de fuentes de agua por sólidos y químicos.
- Afectación al transporte de materiales por cierre de vías.
- Daños en maquinaria, heridas y muerte del personal de obra por impacto de fragmentos.
- Enterramiento de la superficie y estructuras.
- Obstrucción de drenajes naturales y artificiales.

Dado lo anterior, el volcán Cero Machín continua en nivel de alerta amarillo, sigue en estado de reposo y no ha presentado signos que indiquen que pueda pasar a nivel de alerta naranja (IV), por tanto, la probabilidad de ocurrencia es baja, sin embargo en caso de presentarse erupción del volcán, el impacto que se generaría es muy alto para el desarrollo del proyecto, afectando el cronograma y costos de las obras.

<sup>33</sup> Boletín informativo del SGC, correspondiente al 24 de septiembre de 2019.



## 4 PLAN DE RESPUESTA PARA LOS 10 RIESGOS ANALIZADOS PARA LA PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA CALARCÁ – LA PAILA.

Diseñar un plan de respuesta, es un proceso mediante el cual se establecen opciones para mejorar las oportunidades y reducir las amenazas que puedan afectar el desarrollo de un proyecto. Una vez identificadas las amenazas y de haber realizado el análisis cualitativo y descriptivo de estas amenazas para este caso, el plan de respuesta se basa en el grado de importancia en función de su prioridad de atención, definiendo actividades para incluirlas dentro del presupuesto, el cronograma y el plan de dirección del proyecto, en caso de requerirse. Estos planes de respuesta deben adaptarse a la importancia de la amenaza o riesgo y ser rentables y oportunas respecto a los objetivos a cumplir, siendo realistas dentro del contexto del proyecto.

### 4.1 Estrategia para la atención de riesgos

La guía de los Fundamentos para la Dirección de proyectos (PMBOK), establece cuatro estrategias para la atención de los riesgos, que, en este caso de estudio, puedan generar impactos negativos sobre los objetivos del proyecto; estas estrategias son: evitar, transferir, mitigar y aceptar, los cuales son descritos por el PMBOK 4 ed de la siguiente manera:

- **Evitar:** implica cambiar el plan para la dirección del proyecto, a fin de eliminar por completo la amenaza. El director del proyecto también puede aislar los objetivos del proyecto del impacto de los riesgos o cambiar el objetivo que se encuentra amenazado. Ejemplos de lo anterior son la ampliación del cronograma, el cambio de estrategia o la reducción del alcance. La estrategia de evasión más drástica consiste en anular por completo el proyecto. Algunos riesgos que surgen en etapas tempranas del proyecto pueden ser evitados aclarando los requisitos, obteniendo información, mejorando la comunicación o adquiriendo experiencia.
- **Transferir:** requiere trasladar a un tercero todo o parte del impacto negativo de una amenaza, junto con la propiedad de la respuesta. La transferencia de un riesgo simplemente confiere a una tercera persona la responsabilidad de su gestión; no lo elimina. La transferencia de la responsabilidad de un riesgo es más efectiva cuando se trata de la exposición a riesgos financieros. Transferir el riesgo casi siempre implica el pago de una prima de riesgo a la parte que asume el riesgo. Las herramientas de transferencia pueden ser bastante diversas e incluyen, entre otras, el uso de seguros, garantías de cumplimiento, fianzas, certificados de garantía, etc. Pueden emplearse contratos para transferir a un tercero la responsabilidad de riesgos específicos. Por ejemplo, cuando un comprador dispone de capacidades que el vendedor no posee, puede ser prudente transferir contractualmente al comprador parte del trabajo junto con sus riesgos

correspondientes. En muchos casos, el uso de un contrato de margen sobre el costo puede transferir el costo del riesgo al comprador, mientras que un contrato de precio fijo puede transferir el riesgo al vendedor.

- **Mitigar:** implica reducir a un umbral aceptable la probabilidad y/o el impacto de un evento adverso. Adoptar acciones tempranas para reducir la probabilidad de ocurrencia de un riesgo y/o su impacto sobre el proyecto, a menudo es más efectivo que tratar de reparar el daño después de ocurrido el riesgo. Ejemplos de acciones tendientes a mitigar un riesgo son adoptar procesos menos complejos, efectuar más pruebas o seleccionar un proveedor más estable. Por ejemplo, la mitigación puede requerir la creación de un prototipo para reducir el riesgo de pasar de un modelo a escala de un proceso o producto a uno de tamaño real. Cuando no es posible reducir la probabilidad, una respuesta de mitigación puede abordar el impacto del riesgo, dirigiéndose a los vínculos que determinan su severidad. Por ejemplo, diseñar redundancia en un sistema puede permitir reducir el impacto causado por un fallo del componente original.

- **Aceptar:** esta estrategia se adopta debido a que rara vez es posible eliminar todas las amenazas de un proyecto. Esta estrategia indica que el equipo del proyecto ha decidido no cambiar el plan para la dirección del proyecto para hacer frente a un riesgo, o no ha podido identificar ninguna otra estrategia de respuesta adecuada. Esta estrategia puede ser pasiva o activa. La aceptación pasiva no requiere ninguna acción, excepto documentar la estrategia, dejando que el equipo del proyecto aborde los riesgos conforme se presentan. La estrategia de aceptación activa más común consiste en establecer una reserva para contingencias, que incluya la cantidad de tiempo, medios financieros o recursos necesarios para abordar los riesgos.

Las estrategias para atención de los riesgos, permitirá reducir la probabilidad de sufrir un impacto negativo y de esta manera, se asegurará el cumplimiento de los objetivos del proyecto. Por tanto, el director del proyecto debe conocer todos los aspectos y elementos del plan a diseñar y designar los responsables de cada actividad.

#### **4.2 Plan de respuesta de los 10 riesgos priorizados para la ejecución del proyecto vial:**

El plan de respuesta se describe en las siguientes tablas:

Tabla 10. Mayores valores por adquisición predial

<b>PLAN DE RESPUESTA PARA LA PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA CALARCÁ – LA PAILA</b>							
<b>Amenaza identificada No. 68</b>		<b>MAYORES VALORES POR ADQUISICIÓN PREDIAL</b>					
<b>DESCRIPCIÓN</b>							
Debido a que la composición predial que abarca la mayor parte del proyecto es suburbana, existe la posibilidad de incrementos de los costos estimados inicialmente, esto puede suceder por factores tales como el efecto de plusvalía, la presencia de actividades económicas comerciales e industriales, la demostración de perjuicios a posteriori que podrían ser reconocidos judicialmente.							
<b>ETAPA DE EJECUCIÓN</b>							
<b>Pre-construcción</b>		Gestión predial.					
<b>Construcción</b>							
<b>IMPACTOS A CONTROLAR</b>							
Incremento del valor presupuestado para la adquisición de predios.							
<b>TIPO DE MEDIDA</b>							
Evitar		Transferir		Mitigar	X	Aceptar	
<b>ACCIONES A DESARROLLAR</b>							
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Establecer en el alcance de los estudios y diseños definitivos, la elaboración de avalúos y no limitar el alcance a establecer un valor estimado para compra de predios.</li> <li>2. Elaboración de fichas prediales definitivas que incluya las áreas requeridas de acuerdo al cumplimiento de la Ley 1228 de 2008 y al diseño definitivo, las remanentes que deban ser adquiridas por no ser desarrollables en sí mismas en razón de su tamaño o funcionalidad y áreas sobrantes, para establecer las áreas reales a adquirir.</li> <li>3. Inmediatamente se cuente con las fichas prediales definitivas, elaborar las fichas sociales para cada uno de los predios requeridos, para poder establecer el valor de las compensaciones sociales reales.</li> <li>4. Elaboración del avalúo comercial.</li> <li>5. Determinada la cantidad real de predios a adquirir, establecer el costo por enajenación voluntaria y estimar un valor para los procesos que puedan requerir acciones jurídicas para su legalización.</li> <li>6. Incluir el valor de adquisición de los predios y el costo de gestión predial resultante en el presupuesto de la obra.</li> </ol>							
<b>ETAPA DE APLICACIÓN DE LA ACCIÓN</b>							
Estudio de factibilidad	Estudios y diseños a nivel fase I	Estudios y diseños a nivel fase III		Preconstrucción		Construcción	
		X					
<b>RECURSOS REQUERIDOS</b>							
Ingeniero catastral, Abogado predial, comisión de topografía.							
<b>RESPONSABLE DE EJECUCIÓN</b>							
Consultor	X	Director de Proyecto		Contratista			

Tabla 11. Culminación procesos prediales.

<b>PLAN DE RESPUESTA PARA LA PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA CALARCÁ – LA PAILA</b>						
<b>Amenaza identificada No. 70</b>		<b>CULMINACIÓN PROCESOS PREDIALES</b>				
<b>DESCRIPCIÓN</b>						
Los procesos prediales pueden presentar dificultades en el proceso de estudio de títulos y aceptación de avalúos que conllevan a procesos de expropiación, que dependen de la decisión de un juez tanto para la disponibilidad del predio como para la escrituración del predio a nombre de la Entidad.						
<b>ETAPA DE EJECUCIÓN</b>						
<b>Pre-construcción</b>	Proceso de negociación de los predios					
<b>Construcción</b>						
<b>IMPACTOS A CONTROLAR</b>						
Inversión de recursos adicionales por demoras en la culminación de los procesos de adquisición y titularización a nombre del Estado y procesos judiciales extensos						
<b>TIPO DE MEDIDA</b>						
Evitar		Transferir		Mitigar	X	Aceptar
<b>ACCIONES A DESARROLLAR</b>						
1. De acuerdo al estudio de títulos, identificar y priorizar los predios que presenten inconvenientes por sucesiones, actualizaciones catastrales, procesos judiciales, etc; procesos que demanden tiempos prolongados para el saneamiento predial y delegar para estos procesos especiales, a un equipo de profesionales especialistas en estos temas, para que se dediquen desde su identificación exclusivamente al saneamiento de la titularidad de los inmuebles.						
<b>ETAPA DE APLICACIÓN DE LA ACCIÓN</b>						
Estudio de factibilidad	Estudios y diseños a nivel fase I	Estudios y diseños a nivel fase III	Preconstrucción	Construcción		
			X			
<b>RECURSOS REQUERIDOS</b>						
Equipo profesional predial con experiencia en saneamiento predial.						
<b>RESPONSABLE DE EJECUCIÓN</b>						
Consultor		Director de Proyecto	X	Contratista		

Tabla 12. Mayores costos por cumplimiento de planes de compensación ambiental

<b>PLAN DE RESPUESTA PARA LA PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA CALARCÁ – LA PAILA</b>							
<b>Amenaza identificada No. 71</b>		<b>MAYORES COSTOS POR CUMPLIMIENTO DE PLANES DE COMPENSACIÓN AMBIENTAL</b>					
<b>DESCRIPCIÓN</b>							
El cumplimiento de los planes de compensación ambiental, demandan recursos normalmente superiores a los estimados por pérdida de biodiversidad, compensaciones por uso y aprovechamiento de los recursos naturales, (inversión forzosa de no menos del 1% por uso de agua en proyectos de infraestructura) y compensaciones por sustracción de áreas protegidas; así como las actividades relacionadas con la ejecución del plan de reasentamientos.							
<b>ETAPA DE EJECUCIÓN</b>							
<b>Pre-construcción</b>							
<b>Construcción</b>		Implementación planes de compensación					
<b>IMPACTOS A CONTROLAR</b>							
Sobrecostos en el presupuesto y posibles incumplimientos que pueden generar sanciones.							
<b>TIPO DE MEDIDA</b>							
Evitar		Transferir		Mitigar	X	Aceptar	
<b>ACCIONES A DESARROLLAR</b>							
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El proceso de compensación debe responder a estrategias de RESTAURACIÓN ECOLÓGICA de manera que se recuperen funciones y servicios de los ecosistemas a intervenir.</li> <li>2. Las especies a sembrar serán concertadas con la corporación autónoma regional y dependerá de la disponibilidad de material vegetal en los viveros en la zona o material vegetal recuperado de las coberturas intervenidas, para evitar reprocesos en esta actividad.</li> <li>3. Con el fin de asegurar el éxito de los proyectos de compensación ambiental, es necesario adelantar una socialización del mismo con las comunidades directamente involucradas, ya que esta participación hará que se apropien del proyecto y se genere la necesidad de conservar y proteger las fajas de enriquecimiento vegetal, así evitar sobrecostos en resiembras y mantenimientos.</li> <li>4. En caso de requerirse el reasentamiento de población y la restitución de la infraestructura social, se deberá implementar un PLAN DE ACCIÓN tanto para las familias como para la infraestructura ubicada en predios legalizados y para los que no tienen definida esta situación.</li> <li>5. En caso de requerir uso de agua en los proyectos de infraestructura, establecer en el Estudio de Impacto Ambiental, que el suministro de agua será solicitado y pagado a los acueductos veredales, para evitar inversión forzosa de no menos del 1% por uso de agua; debido a que este es uno de los mayores costos de compensación ambiental y que debe ser actualizado cada vez que se ajusta el presupuesto por inversión en obras, maquinaria y predios.</li> </ol>							
<b>ETAPA DE APLICACIÓN DE LA ACCIÓN</b>							
Estudio de factibilidad	Estudios y diseños a nivel fase I	Estudios y diseños a nivel fase III		Preconstrucción		Construcción	
				X		X	
<b>RECURSOS REQUERIDOS</b>							
Consultor para la elaboración de los planes de manejo ambiental, residente ambiental e ingeniero forestal.							
<b>RESPONSABLE DE EJECUCIÓN</b>							
Consultor	X	Director de Proyecto	X	Contratista			X

Tabla 13. Afectación paisaje cultural cafetero.

<b>PLAN DE RESPUESTA PARA LA PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA CALARCÁ – LA PAILA</b>						
<b>Amenaza identificada No. 75</b>		<b>AFECTACIÓN AL PAISAJE CULTURAL CAFETERO</b>				
<b>DESCRIPCIÓN</b>						
El proyecto atraviesa el área principal del paisaje cultural cafetero, declarado el 25 de junio de 2011, por el comité de Patrimonio Cultural de la Unesco, como Patrimonio Cultural de la Humanidad. El Gobierno Nacional, mediante Resolución 2079 del 7 de octubre de 2011, establece el compromiso de velar para que se conserven integralmente los valores universales excepcionales del PCCC.						
<b>ETAPA DE EJECUCIÓN</b>						
<b>Pre-construcción</b>						
<b>Construcción</b>		Ejecución de la obra: desmonte y limpieza, descapote y movimientos de tierra.				
<b>IMPACTOS A CONTROLAR</b>						
Sobrecostos en el presupuesto, ajuste a los diseños, afectación de la imagen corporativa.						
<b>TIPO DE MEDIDA</b>						
Evitar		Transferir		Mitigar	X	Aceptar
<b>ACCIONES A DESARROLLAR</b>						
<ol style="list-style-type: none"> <li>Durante la etapa de estudios y diseños preliminares, contratar un estudio de afectación al paisaje cultural cafetero en el área de influencia del trazado proyectado, para determinar en detalle el impacto real al PCCC y definir la necesidad de ajustar el trazado en la etapa de ingeniería de detalle y evitar rediseños, sanciones y afectación reputacional de la empresa durante la ejecución de la obra. Con la ejecución de este estudio, también se puede calcular el costo real de las actividades de mitigación de esta amenaza e incluirlo en el presupuesto del proyecto en la etapa de estudios y diseños a nivel fase III.</li> <li>Durante las actividades constructivas no permitir intervenir áreas adicionales o aledañas a la franja seleccionada como corredor de acceso o área de plataforma o localización.</li> <li>Se recomienda utilizar especies vegetales nativas en las diferentes áreas intervenidas o aislar las áreas para permitir la regeneración natural, cuando se suceda el caso de intervención sobre coberturas con vegetación arbórea y/o arbustiva.</li> <li>Con el fin de restablecer al máximo las condiciones iniciales existentes en cada área intervenida, en la actividad de reconformación final se utilizarán al máximo los materiales vegetales de dichas adecuaciones.</li> <li>Realizar un registro fotográfico de las áreas antes, durante y posterior (sin y con obras de restauración) a su intervención.</li> </ol>						
<b>ETAPA DE APLICACIÓN DE LA ACCIÓN</b>						
Estudio de factibilidad	Estudios y diseños a nivel fase I	Estudios y diseños a nivel fase III	Preconstrucción	Construcción		
	X			X		
<b>RECURSOS REQUERIDOS</b>						
Especialista en paisaje, ingeniero forestal, profesional social y agrónomo.						
<b>RESPONSABLE DE EJECUCIÓN</b>						
Consultor	X	Director de Proyecto		Contratista	X	



Tabla 14. Oposición de comunidades al trazado de la vía.

<b>PLAN DE RESPUESTA PARA LA PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA CALARCÁ – LA PAILA</b>							
<b>Amenaza identificada No. 2</b>		<b>OPOSICIÓN DE COMUNIDADES AL TRAZADO DE LA VÍA</b>					
<b>DESCRIPCIÓN</b>							
Las comunidades y comerciantes por donde actualmente cruza la vía, han manifestado su rechazo a la construcción de variantes porque se afectarían sus establecimientos comerciales, lo que puede generar presiones de la comunidad y dirigencia política para la modificación del trazado o construcción de obras complementarias.							
<b>ETAPA DE EJECUCIÓN</b>							
<b>Pre-construcción</b>		Socialización del proyecto					
<b>Construcción</b>							
<b>IMPACTOS A CONTROLAR</b>							
Atrasos en el cumplimiento del cronograma, sobrecostos al presupuesto y afectación de la imagen corporativa.							
<b>TIPO DE MEDIDA</b>							
Evitar		Transferir		Mitigar	X	Aceptar	
<b>ACCIONES A DESARROLLAR</b>							
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Previo a la ejecución de los diseños definitivos, informar a las autoridades locales, empresas públicas, privadas y a las comunidades del área de influencia del proyecto, la alternativa viabilizada dentro del diagnóstico de alternativas, junto a ella las características del proyecto, avances, entre otros, transmitiendo información clara, oportuna y veraz de todas las actividades que se proyecta ejecutar.</li> <li>2. Generar canales de comunicación permanentes con los sectores de la población del área de influencia, empresas públicas, privadas y las autoridades locales, con el fin de mantener una comunicación asertiva y minimizar expectativas.</li> <li>3. Se definirá en la etapa de planeación, el tipo de ayudas o herramientas pedagógicas específicas a utilizar y el lenguaje y mensaje que se quiere transmitir a la comunidad y a las autoridades locales.</li> <li>4. Acordar con la comunidad las medidas a implementar para asegurar el acceso a los predios, fincas y/o actividades económicas. Con las instituciones acordar los mecanismos para asegurar la dinámica intrínseca de estas, de manera que la obra no genere traumatismos, ni inconformidades, ni conflictos sociales. De estos compromisos, se puede determinar los costos para atender las compensaciones y requerimientos de la comunidad vecina del proyecto, estos costos se deben prever para incluir en el presupuesto de la obra durante la etapa de estudios preliminares o estudios a nivel fase I.</li> </ol>							
<b>ETAPA DE APLICACIÓN DE LA ACCIÓN</b>							
Estudio de factibilidad	Estudios y diseños a nivel fase I	Estudios y diseños a nivel fase III	Preconstrucción	Construcción			
	X	X	X				
<b>RECURSOS REQUERIDOS</b>							
Gestor social, antropólogo, ingeniero residente e ingeniero ambiental.							
<b>RESPONSABLE DE EJECUCIÓN</b>							
Consultor	X	Director de Proyecto	X	Contratista			

Tabla 15. Temporadas de lluvias.

<b>PLAN DE RESPUESTA PARA LA PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA CALARCÁ – LA PAILA</b>							
<b>Amenaza identificada No. 8</b>		<b>TEMPORADAS DE LLUVIAS</b>					
<b>DESCRIPCIÓN</b>							
Fenómenos naturales que modifican el clima con respecto al historial climático de la región, pluviometría fuera de lo normal.							
<b>ETAPA DE EJECUCIÓN</b>							
<b>Pre-construcción</b>							
<b>Construcción</b>		Ejecución de todas las actividades de la obra					
<b>IMPACTOS A CONTROLAR</b>							
Atrasos en el cronograma y sobrecostos por stand by de maquinaria y personal							
<b>TIPO DE MEDIDA</b>							
Evitar		Transferir		Mitigar	X	Aceptar	
<b>ACCIONES A DESARROLLAR</b>							
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Para la planificación del proyecto, estrictamente tener en cuenta el comportamiento del clima de acuerdo a los informes históricos del clima en la región.</li> <li>2. En la etapa de elaboración del cronograma, incluir holguras de tiempo para establecer el plazo de las actividades que se puedan afectar en su rendimiento por las temporadas de lluvias; es recomendable que, en la elaboración del cronograma, se cuente con el acompañamiento de un experto en hidrología, que pueda dar sugerencias respecto al comportamiento del clima para la programación de la obra.</li> <li>3. Verificar las alertas y boletines emitidos por el IDEAM, con el fin de reprogramar actividades que se encuentren en ejecución.</li> <li>4. Diseñar y ejecutar sistemas de drenaje temporales para acelerar los procesos de evacuación de las aguas de las zonas de trabajo.</li> </ol>							
<b>ETAPA DE APLICACIÓN DE LA ACCIÓN</b>							
Estudio de factibilidad	Estudios y diseños a nivel fase I	Estudios y diseños a nivel fase III		Preconstrucción		Construcción	
		X				X	
<b>RECURSOS REQUERIDOS</b>							
Especialista en programación de obras, Especialista en Hidrología.							
<b>RESPONSABLE DE EJECUCIÓN</b>							
Consultor	X	Director de Proyecto	X	Contratista			X

Tabla 16. Accidentes laborales.

<b>PLAN DE RESPUESTA PARA LA PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA CALARCÁ – LA PAILA</b>							
<b>Amenaza identificada No. 13</b>		<b>ACCIDENTES LABORALES</b>					
<b>DESCRIPCIÓN</b>							
Condiciones y actos inseguros que generan accidentes durante la ejecución de las obras, ocasionando ausentismo por incapacidades y posibles demandas a la empresa.							
<b>ETAPA DE EJECUCIÓN</b>							
<b>Pre-construcción</b>							
<b>Construcción</b>		Construcción de las obras					
<b>IMPACTOS A CONTROLAR</b>							
Sanciones, demandas, sobrecostos en el presupuesto.							
<b>TIPO DE MEDIDA</b>							
Evitar	X	Transferir		Mitigar		Aceptar	
<b>ACCIONES A DESARROLLAR</b>							
<ol style="list-style-type: none"> <li>Programa de Capacitación, Manejo de Cargas Manuales, Ergonomía Aplicada. Verificación del manejo de Carga entre varias personas según el peso y forma de la carga.</li> <li>Adecuar los espacios para evitar que el trabajador presente posturas inadecuadas o prolongadas, implementar un manual de levantamiento de cargas, realizar capacitación en posturas.</li> <li>Desarrollo del Programa de Mantenimiento de equipos y herramientas.</li> <li>Realizar capacitaciones de riesgo público con enfoque en tránsito vehicular dentro de la obra y en las áreas cerca de la obra.</li> <li>Realizar la Inducción de Seguridad y Salud en el Trabajo a todo el personal de la obra, independientemente del tipo de contratación.</li> <li>Realizar la identificación de peligros y valoración de riesgos.</li> <li>Priorizar la intervención de los peligros identificados.</li> <li>Generar un plan de trabajo y de capacitaciones (con cronograma de ejecución durante el tiempo de la obra), enfocado a mitigar los peligros identificados.</li> <li>Diseñar e implementar Programa de Prevención y Protección contra Caídas.</li> <li>Diseñar e implementar Programa de Espacios Confinados.</li> <li>Diseñar e implementar un Programa de Inspecciones de Seguridad para: Frentes de Obra, Equipos y Herramientas, Vehículos y Maquinaria, Elementos para la Atención de Emergencias.</li> <li>Implementar charlas de seguridad antes del inicio de labor.</li> </ol>							
<b>ETAPA DE APLICACIÓN DE LA ACCIÓN</b>							
Estudio de factibilidad	Estudios y diseños a nivel fase I	Estudios y diseños a nivel fase III	Preconstrucción	Construcción			
				X			
<b>RECURSOS REQUERIDOS</b>							
Profesional SST, profesional ambiental, inspector SST. Áreas sociales (Campamentos, oficinas, pasillos, unidades sanitarias), conforme a lo establecido en la Resolución 2400 de 1979. Equipos de cómputo Equipos de comunicación Suministros de protección personal Formación Dotación de elementos para la atención de emergencias.							
<b>RESPONSABLE DE EJECUCIÓN</b>							
Consultor		Director de Proyecto	X	Contratista	X		

Tabla 17. Hallazgos arqueológicos.

<b>PLAN DE RESPUESTA PARA LA PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA CALARCÁ – LA PAILA</b>							
<b>Amenaza identificada No. 19</b>		<b>HALLAZGOS ARQUEOLÓGICOS</b>					
<b>DESCRIPCIÓN</b>							
Suspensión de forma inmediata de las obras en caso de encontrar elementos y piezas arqueológicas que hagan parte del patrimonio arqueológico (Ley 1185 de 2008), en tal sentido el Instituto Colombiano de Antropología ICANH, definirá las acciones a seguir para la protección de los bienes pertenecientes al patrimonio arqueológico.							
<b>ETAPA DE EJECUCIÓN</b>							
<b>Pre-construcción</b>		Etapa de prospección y rescate arqueológico					
<b>Construcción</b>		Monitoreo arqueológico					
<b>IMPACTOS A CONTROLAR</b>							
Atrasos en el cronograma, posibles modificaciones al diseño y sobrecostos en el presupuesto.							
<b>TIPO DE MEDIDA</b>							
Evitar		Transferir		Mitigar		Aceptar	X
<b>ACCIONES A DESARROLLAR</b>							
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Prospeccionar el área de influencia directa del proyecto antes del inicio de las obras civiles. En caso de encontrarse sitios arqueológicos durante la prospección, llevar a cabo las respectivas actividades de rescate arqueológico antes del inicio de cualquier obra o monitoreo durante las obras civiles. Cada una de estas actividades arqueológicas requiere autorización del ICANH.</li> <li>2. Impartir una charla taller a todo el personal de obra (Interventoría y contratistas) sobre preservación del patrimonio arqueológico con participación de la comunidad local de centros poblados vecinos. Temas: campo de acción de la arqueología, normatividad vigente, medidas a seguir en caso de hallazgos y resultados del Programa de Arqueología Preventiva.</li> <li>3. Para todos los elementos o materiales arqueológicos que se recuperen en el transcurso del programa de arqueología se deberá gestionar su posible tenencia en el laboratorio de arqueología del ICANH.</li> </ol>							
<b>ETAPA DE APLICACIÓN DE LA ACCIÓN</b>							
Estudio de factibilidad	Estudios y diseños a nivel fase I	Estudios y diseños a nivel fase III	Preconstrucción	Construcción			
			X	X			
<b>RECURSOS REQUERIDOS</b>							
Antropólogo con experiencia en programas de arqueología preventiva.							
<b>RESPONSABLE DE EJECUCIÓN</b>							
Consultor		Director de Proyecto	X	Contratista	X		

Tabla 18. Mayores cantidades de obra

<b>PLAN DE RESPUESTA PARA LA PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA CALARCÁ – LA PAILA</b>							
<b>Amenaza identificada No. 25</b>		<b>MAYORES CANTIDADES DE OBRA</b>					
<b>DESCRIPCIÓN</b>							
Estimación de cantidades de obra para el presupuesto sin los diseños definitivos de algunas obras adicionales y planos de construcción ajustados, modificaciones a diseño durante la marcha del proyecto, genera mayores cantidades obra que no serán reconocidos por la entidad contratante ya que los valores finales de las obras se acuerdan mediante la modalidad de precio global fijo.							
<b>ETAPA DE EJECUCIÓN</b>							
<b>Pre-construcción</b>							
<b>Construcción</b>							
<b>IMPACTOS A CONTROLAR</b>							
Sobrecostos en el presupuesto y mayor permanencia en obra.							
<b>TIPO DE MEDIDA</b>							
Evitar		Transferir		Mitigar	X	Aceptar	
<b>ACCIONES A DESARROLLAR</b>							
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Para la elaboración de presupuesto, los ingenieros de obra deben hacer una revisión detallada de los planos de construcción elaborados por el consultor y hacer recorrido en el área de las obras, para detectar posibles actividades no tenidas en cuenta por el consultor, de acuerdo a la experiencia del personal de obra y poder hacer los ajustes necesarios e incluirlos en el diseño y presupuesto definitivo a presentar a la entidad contratante.</li> <li>2. Antes del inicio de la etapa de construcción, el personal de obra, como son el director, ingenieros residentes, ambientales, profesional predial, profesional social, inspectores y topógrafos, deben destinar un tiempo para estudiar los planos de construcción, especificaciones técnicas y hacer recorridos previos para conocer al detalle el proyecto y determinar las posibles complicaciones y oportunidades de mejora que se puedan presentar durante el desarrollo de las obras, proyectar los respectivos planes de acción y determinar el equipo y maquinaria adecuada para minimizar sobrecostos por mayores cantidades de obra.</li> <li>3. Implementar herramientas tecnológicas que permitan hacer el control de rendimientos de actividades, maquinaria y control de suministro de materiales.</li> </ol>							
<b>ETAPA DE APLICACIÓN DE LA ACCIÓN</b>							
Estudio de factibilidad	Estudios y diseños a nivel fase I	Estudios y diseños a nivel fase III		Preconstrucción		Construcción	
		X				X	
<b>RECURSOS REQUERIDOS</b>							
Ingenieros residentes con amplia experiencia en ejecución de obras, en equipos y maquinaria de obra, inspector de obra con amplia experiencia en obra y manejo de personal, herramienta tecnológica para control de obra.							
<b>RESPONSABLE DE EJECUCIÓN</b>							
Consultor	X	Director de Proyecto	X	Contratista			X

Tabla 19. Erupción volcán Cerro Machín

<b>PLAN DE RESPUESTA PARA LA PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA CALARCÁ – LA PAILA</b>							
<b>Amenaza identificada No. 29</b>		<b>ERUPCIÓN VOLCÁN CERRO MACHÍN</b>					
<b>DESCRIPCIÓN</b>							
El proyecto está localizado dentro de la zona de amenaza por caída de piroclastos, los cuales son fragmentos de roca de diferentes tamaños lanzados a la atmosfera, que al caer cubren un área aproximada de 2000 km2. se pueden presentar daños en infraestructuras, equipos y posibles pérdidas de vidas humanas por impacto de fragmentos, contaminación de fuentes de agua.							
<b>ETAPA DE EJECUCIÓN</b>							
<b>Pre-construcción</b>		Actividades preliminares					
<b>Construcción</b>		Construcción de las obras					
<b>IMPACTOS A CONTROLAR</b>							
Atrasos en el cronograma y sobre costos en el presupuesto.							
<b>TIPO DE MEDIDA</b>							
Evitar		Transferir		Mitigar	X	Aceptar	
<b>ACCIONES A DESARROLLAR</b>							
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Estar atentos a los boletines de actividad del volcán cerro Machín, para verificar los cambios en el nivel de alerta y el comportamiento de la actividad volcánica, reportado por el Servicio geológico colombiano.</li> <li>2. Establecer mecanismos de coordinación y comunicación con las oficinas de prevención y atención de desastres de la región para identificar la necesidad de apoyo que se pueda requerir en caso de activarse la emergencia. De igual forma, coordinar y manejar los sistemas de alarma y alerta, activar las cadenas de llamadas, la sala de crisis y los comités operativos y técnicos de acuerdo con las reglas y protocolos establecidos por las entidades.</li> <li>3. Evaluar y diseñar los mecanismos alternativos de transporte de personal hacia los sitios que sean indicados por las oficinas de prevención y atención de desastres; de igual forma, identificar la Red Hospitalaria para garantizar las acciones de atención pre-hospitalaria, transporte de víctimas y clasificación de heridos.</li> <li>4. Diseñar un Plan de Contingencia que oriente la preparación, coordinación y respuesta, en aras de minimizar al máximo la pérdida de vidas humanas y el impacto sobre la salud física y mental del personal de la obra.</li> <li>5. Realizar jornadas de capacitación al personal acerca del plan de contingencia establecido.</li> </ol>							
<b>ETAPA DE APLICACIÓN DE LA ACCIÓN</b>							
Estudio de factibilidad	Estudios y diseños a nivel fase I	Estudios y diseños a nivel fase III	Preconstrucción	Construcción			
			X	X			
<b>RECURSOS REQUERIDOS</b>							
Profesional SST, inspector SST, profesional en Trabajo Social.							
<b>RESPONSABLE DE EJECUCIÓN</b>							
Consultor		Director de Proyecto	X	Contratista	X		



## 5 CONCLUSIONES

Los proyectos de infraestructura vial, se enfrenta a diversas incertidumbres inherentes a los inconvenientes presentados durante el desarrollo de los proyectos, ya que esta industria se enfrenta a muchas amenazas, por tal motivo la gestión de riesgos es una parte importante en el proceso de gestión de proyectos y el cual es de gran importancia para la toma de acertadas decisiones.

El crecimiento económico del país está estrechamente ligado a las condiciones de infraestructura vial que el Estado pueda brindar a su economía, así mismo, estas condiciones no solo impulsan el desarrollo económico sino también un desarrollo a nivel social y humano de una comunidad.

La legislación colombiana ordena la práctica de la gestión del riesgo en los proyectos de infraestructura y en general para darles un manejo adecuado a los riesgos, con el fin de lograr de la manera más eficiente el cumplimiento de sus objetivos y estar preparados para enfrentar cualquier contingencia que se pueda presentar.

De acuerdo con la dinámica actual de la región, del área de influencia, a las condiciones particulares geográficas, climáticas, sociales, ambientales, económicas y técnicas por donde se proyecta la construcción de la doble calzada Calarcá (Quindío) hasta La Paila (Valle del cauca), para la etapa de construcción, se identificaron 77 riesgos que pueden alterar el normal desarrollo del proyecto y pueden generar sobrecostos en el presupuesto, mayor permanencia en obra, afectación reputacional para la empresa, sanciones ambientales, demandas y posible incumplimiento de las obligaciones contractuales.

32 riesgos que equivalen al 42% de los identificados para la materialización del proyecto vial, corresponden al área de tipo construcción, por procedimientos inadecuados, fallas en la planeación, inconvenientes con el suministro de materiales, condiciones inseguras y deficiencias en los diseños. En orden de participación de las áreas que impactan negativamente el proyecto, son los de tipo ambiental, que con 11 riesgos identificados corresponde al 14%, esto debido a que el área de influencia del proyecto vial, se localiza en una región con diversidad de fauna y flora, además de contar con importantes zonas hídricas, agrícolas y culturales, de gran importancia para la región y el país.

El efecto de materialización de los riesgos identificados para la etapa de construcción del proyecto vial, corresponde en su gran mayoría a sobrecostos en el presupuesto y atrasos en el cronograma de obra; otros efectos en menor cantidad son los relacionados con afectación en la calidad de la obra, procesos sancionatorios de tipo ambiental, procesos jurídicos y afectación reputacional de la empresa.

El 16% de los factores desencadenantes de activación de los riesgos identificados para la etapa de construcción del proyecto vial, son generados por los reportes, informes y requerimientos de la interventoría del proyecto, que activan las amenazas por procedimientos constructivos inadecuados, fallas en la planeación, deficiencias en la calidad de la obra y quejas de la comunidad.

Según los resultados del análisis cualitativo de los riesgos identificados para la etapa de construcción del proyecto vial y de acuerdo a la matriz probabilidad-impacto implementado para este estudio, 31 de los riesgos que equivalen al 40% de los identificados, presentan un grado de severidad alto, que pueden impactar negativamente el presupuesto y cronograma del proyecto. Los riesgos con mayor calificación debido a su alta probabilidad de ocurrencia e impacto alto, son: accidentes laborales, hallazgos arqueológicos y mayores cantidades de obra, que pueden impactar negativamente el presupuesto del proyecto.

Las falencias en la gestión para la adquisición de los predios y permisos ambientales desde la estructuración del proyecto de construcción, no permite contar con una mayor celeridad y confiabilidad de los procesos y proyecciones a desarrollarse. Estos trámites no pueden finalizar al momento que el proyecto lo requiera, lo que puede generar complicaciones e interrupciones causadas por la consecución de los mismos.

Las falencias en la gestión de los riesgos del proyecto de construcción vial, se originan por la no identificación y priorizaron los riesgos con probabilidad de ocurrencia, ni definición de su impacto y afectación al proyecto. No obstante, al detectar los factores que pueden repercutir en las alteraciones identificadas y definir las acciones correspondientes para controlar los impactos, es necesario la inclusión dentro del cronograma y presupuesto de todas estas actividades necesarias para ejecutar la obra, cumpliendo de esta manera con el objetivo proyectado.

## 6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdou, A., Alzarooni, S., & Lewis, J. (2004). Modelling risk for construction cost estimating and forecasting: a review. *Khosrowshahi, 20th Annual ARCOM Conference*. Edimburgo, Reino Unido: Memorias. Heriot Watt University.
- AgoraRadio. (07 de junio de 2019). *Invias dio orden de inicio a los contratos de la doble calzada* [Sitio Web: [agoraradio.com.co](http://agoraradio.com.co)]. Obtenido de <https://bit.ly/2RFsGkc>
- ANI. (16 de diciembre de 2013). Presentan en audiencia pública proyecto vial de APP La Paila-Calarcá y rehabilitación Calarcá-Cajamarca. [Sitio Web: <https://www.ani.gov.co>]. Recuperado el 30 de noviembre de 2019, de <https://bit.ly/2RnRJlw>
- Cafe de Colombia. (marzo de 2012). *Paisaje Cultural Cafetero Colombiano ¿Por qué es único en el mundo?* [Sitio Web: [cafedecolombia.com](http://cafedecolombia.com)]. Recuperado el 30 de noviembre de 2019, de <https://bit.ly/347ALB4>
- Celis, T. (17 de diciembre de 2013). *La propuesta de Odinsa para hacer doble calzada Calarcá-La Paila vale \$1,3 billones* [Sitio Web: <https://www.larepublica.co>]. Recuperado el 01 de diciembre de 2019, de <https://bit.ly/2rphl84>
- Chan, D., & kumaraswamy, M. (1997). A comparative study of causes of time overruns in Hong Kong construction project. *International Journal of Project Management*, 15, 56-63.
- Chan, D., Chan, A., Lam, P., Yeung, J., & J., C. (2011). Risk ranking and analysis in target cost contracts: Empirical evidence from the construction industry. *International Journal of Project Management*, 29, 751-763.
- Conesa Fernandez, V. (1993). *Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental*. Madrid: Mundi Prensa .
- Congreso de la República. (28 de octubre de 1993). Por la cual se expide el Estatuto General de Contratación de la Administración Pública. [Ley 80]. Colombia: Diario Oficial No. 41.094.
- Congreso de la República. (07 de agosto de 1997). Por la cual se desarrollan los artículos 70, 71 y 72 y demás artículos concordantes de la Constitución Política y se dictan normas sobre patrimonio cultural, fomentos y estímulos a la cultura, se crea el Ministerio de la Cultura y se trasladan algunas. [Ley 397]. Colombia: Diario Oficial No. 43102.
- Congreso de la República. (26 de julio de 2001). Por el cual se reglamenta parcialmente la Ley 87 de 1993 en cuanto a elementos técnicos y administrativos que fortalezcan el sistema de control interno de las entidades y organismos del Estado. [Decreto 1537]. Colombia.
- Congreso de la República. (28 de noviembre de 2008). Por el cual se reglamentan las iniciativas privadas de que trata el parágrafo 2° del artículo 32 de la Ley 80 de 1993. [Decreto 4533]. Colombia: Diario Oficial N° 47187.

- Congreso de la República. (05 de agosto de 2010). Por el cual se reglamenta el título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales. [*Decreto 2820*]. Colombia: Diario Oficial N° 47792.
- Congreso de la República. (26 de abril de 2012). Por la cual la Nación se asocia a la conmemoración de los 450 años del municipio de Yolombó, en el departamento de Antioquia y se dictan otras disposiciones. [*Ley 1524*]. Colombia: Diario Oficial 48.413.
- Congreso de la República. (24 de abril de 2012). Por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se dictan otras disposiciones. [*Ley 1523*]. Colombia: Diario Oficial No. 48.411.
- Congreso de la República. (10 de enero de 2012). Por la cual se establece el régimen jurídico de las Asociaciones Público Privadas, se dictan normas orgánicas de presupuesto y se dictan otras disposiciones. [*Ley 1508*]. Bogotá: Diario Oficial N° 48308 .
- Congreso de la República. (10 de enero de 2012). Por la cual se establece el régimen jurídico de las Asociaciones Público Privadas, se dictan normas orgánicas de presupuesto y se dictan otras disposiciones. *Ley 1508 de 2012*. Colombia: Diario Oficial No. 48.308.
- Congreso de la República. (11 de julio de 2012). Por la cual se modifica el Sistema de Riesgos Laborales y se dictan otras disposiciones en materia de Salud Ocupacional. [*Ley 1562*]. Colombia: Diario Oficial No. 48.488.
- Congreso de la República. (22 de noviembre de 2013). Por la cual se adoptan medidas y disposiciones para los proyectos de infraestructura de transporte y se conceden facultades extraordinarias. [*Ley 1682*]. Colombia: Diario Oficial No. 48.987.
- Consejo Nacional de Política Económica y Social. (01 de diciembre de 2011). Del riesgo previsible en el marco de la política de contratación pública . [*Conpes 3714*]. Bogotá: Ministerio de Hacienda y Crédito Público.
- Consejo Nacional de Política Económica y Social. (20 de agosto de 2013). Proyectos viales bajo el esquema de asociaciones público privadas: cuarta generación de concesiones viales. [*Conpes 3760*]. Bogotá: Ministerio de Interior.
- De los Rios Musso, M. (mayo de 2009). Plan de gestión de riesgos para la construcción del túnel de conducción superior en el proyecto hidroeléctrico el Diquís del Instituto Costarricense de Electricidad (2009), . [*Proyecto de Pregrado*]. San José de Costa Rica: Universidad para la Cooperación Internacional.
- Departamento Nacional de Planeación. (06 de julio de 2012). En ejercicio de sus facultades constitucionales y legales, en especial las que le confiere el numeral 11 del artículo 189 de la Constitución Política y en desarrollo de la Ley 1508 de 2012. [*Decreto 1467*]. Colombia: Diario Oficial N. 48483.
- Departamento Nacional de Planeación. (2014-2015). Reporte de Competitividad Global 2014-2015: Foro Económico Mundial, síntesis de resultados para Colombia.

- [*Documento en Línea*]. Colombia: Departamento Nacional de Planeación - OCDE. Recuperado el 30 de noviembre de 2019, de <https://bit.ly/2rSx9Fw>
- Departamento Nacional de Planeación. (2014-2018). Bases del Plan Nacional de Desarrollo: Versión para el Congreso. [*Documento en Línea*]. Colombia: Departamento Nacional de Planeación. Recuperado el 30 de octubre de 2019, de <https://bit.ly/2RgnPpE>
- El-Amm, L. (2003). Risk Management in toll road concessions. [*Tesis de Master of Science in Civil Engineering*]. Massachusetts : Massachusetts Institute of Technology.
- García, J., Rodríguez, F., & Hruskovic, P. (2010). Gestión de riesgos en proyectos de construcción. [*Primer Congreso Iberoamericano de Ingeniería de Proyectos*]. Chile: Universidad de Antofagasta.
- Gómez Blanco, J. (2010). Análisis de las precipitaciones horarias y decadales en Colombia [Documento en Sitio Web]. Bogotá: IDEAM. Recuperado el 30 de noviembre de 2019, de <https://bit.ly/2LJswo8>
- Guzmán, D., Ruíz, J. F., & Cadena, M. (2014). Regionalización de Colombia según la estacionalidad de la precipitación media mensual, a través análisis de componentes principales (ACP). [*Grupo de Modelamiento de Tiempo, Clima y Escenarios de Cambio Climático*]. Colombia: Subdirección de Meteorología – IDEAM.
- Hernández Molina, C. H. (2016). Prácticas frente al manejo del autocuidado sobre los riesgos biomecánicos de los trabajadores en la construcción de edificaciones en el municipio de Ricaurte Cundinamarca. [*Trabajo de Pregrado*]. Girardot: Universidad Piloto de Colombia.
- HSBNoticias.Com. (10 de febrero de 2014). *Exigen trazado actual de la doble calzada Calarcá - La Paila* [Imagen en sitio web: /hsbnoticias.com]. Recuperado el 30 de noviembre de 2019, de <https://bit.ly/2LH6jaw>
- IDEAM. (2014). *Tiempo y Clima* [Sitio Web: [ideam.gov.co](http://www.ideam.gov.co)]. Recuperado el 30 de noviembre de 2019, de <http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/clima>
- IMF Business School. (s.f.). *Obras civiles y sus riesgos*. Recuperado el 30 de noviembre de 2019, de <https://bit.ly/2RLoAqX>
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (2006). Gestión de Riesgo. [*NTC 5254*]. Colombia: ICOTEC.
- Izquierdo, R., & Vassallo, J. (2004). Nuevos sistemas de gestión y financiación de infraestructuras de transporte. Madrid: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.
- karimiazari, A., Mousavi, N., Mousavi, F., & Hosseini, S. (2011). Risk assessment model selection in construction industry. *Expert systems with applications*, 38, 9105-9111.
- Krause, M. (1995). La investigación cualitativa: un campo de posibilidades y desafíos. *Revista Temas de Educación*(07), 19-39.



- La República. (28 de junio de 2018). *El sector de obras registró 88.102 accidentes de trabajo durante el 2017* [Sitio Web: *larepublica.co*]. Recuperado el 01 de diciembre de 2019, de <https://www.larepublica.co/especiales/especial-construccion/el-sector-de-obras-registro-88102-accidentes-de-trabajo-durante-el-2017-2743590>
- MAPFRE. (diciembre de 2003). Riesgo y seguro en la construcción de infraestructuras civiles: Informe Técnico. [Documento en sitio web: [<https://www.mapfrere.com>]]. Madrid. Recuperado el 30 de noviembre de 2019, de <https://bit.ly/2Yk4RQo>
- MAPFRE. (s.f.). Manual sobre riesgos en la construcción, daños a la obra y pérdida de beneficios anticipada (ALOP). [Documento en sitio web: <https://www.mapfrere.com>]. Recuperado el 30 de noviembre de 2019, de <https://bit.ly/33OaqYs>
- Marulanda Osorio, C. A., & Quintana Urrea, L. I. (2016). Construcción de la segunda calzada glorieta Malibú-Club campestre Armenia, en el departamento del Quindío, consorcio alianza YDN El Eden: programa de arqueología preventiva, prospección arqueológica, plan manejo arqueológico. [Informe Final]. Armenia : ICANH.
- Miller, R., & Lessard, D. (2001). Understanding and managing risks in large engineering projects. *International Journal of Project Management*, 19, 437-443.
- Ministerio de Hacienda y Crédito Público . (2011). Metodología, valoración y seguimiento de riesgos en contratos estatales. Bogotá: Ministerio de Hacienda y Crédito Público .
- Ministerio de Hacienda y Crédito Público. (agosto de 2012). Obligaciones Contingentes: Metodologías del Caso Colombiano. Bogotá: Ministerio de Hacienda y Crédito Público.
- Ministerio de Transporte. (2018). Diagnóstico de la situación de gestión contractual de los proyectos de cuarta generación de concesiones viales. Colombia: Ministerio de Transporte-ANI.
- Moncluo Rodríguez, L. D. (2005). Evaluación del impacto socioeconómico de la concesión vial Armenia - Pereira - Manizales. [Trabajo de grado Magister en ingeniería en construcción]. Bogotá: Universidad de los Andes.
- Muñoz Pedreros, A. (2017). El paisaje visual: un recurso importante y pobremente conservado. *Revista: Ambiente & Sociedade*, XX (01), 167-186.
- Naderi, M. (2008). Fuzzy logic application in risk analysis of construction management. [Tesis de Master of science in construction engineering and managemen]. Canadá: University of Alberta.
- Ngai, E., & Wat, F. (2005). Fuzzy decision support system for risk analysis in e-commerce development. *Desicion support systems*, 40, 235-255.
- Nuevo Cauca. (10 de abril de 2016). *Objetivo de la Gestión Predial* [Sitio Web: *nuevocauca.com*]. Recuperado el 30 de noviembre de 2019, de <https://www.nuevocauca.com/objetivo-de-la-gestion-predial/>



- OBRAS. (16 de octubre de 2013). *94% de los proyectos de construcción experimentan sobrecosto* [Sitio Web: *obrasweb.mx*]. Recuperado el 01 de diciembre de 2019, de <https://bit.ly/34gGhRQ>
- Pérez V, G. J. (Octubre de 2005). La infraestructura del transporte vial y la movilización de carga en Colombia. [Documento en Sitio Web: *Banco de la República*](64). Cartagena de Indias : Banco de la República. Recuperado el 30 de noviembre de 2019, de <https://bit.ly/2LnZeLY>
- Persona Safety. (05 de marzo de 2018). *Riesgos y medidas de prevención en trabajos con lluvias y tormentas* [Sitio Web: *persona.es*]. Recuperado el 30 de noviembre de 2019, de <https://bit.ly/2sk48ma>
- Project Management Institute. (4ta ed. 2008). Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK). Pennsylvania: Project Management Institute, Inc.
- Pucci, F. (2004). Aprendizaje organizacional y formación profesional para la gestión del riesgo. Montevideo-Uruguay: Oficina Internacional del trabajo.
- Revista Dinero. (23 de agosto de 2018). *Accidentes laborales: los errores que ninguna empresa debe cometer*. Recuperado el 30 de noviembre de 2019, de <https://bit.ly/2YJvcYn>
- Rodríguez Fernández, M. (2007). La problemática del riesgo en los proyectos de infraestructura y en los contratos internacionales de construcción. *Revista e-mercatoria*, 6(1), 01-29.
- Rojas Cairampoma, M. (2015). Tipos de Investigación científica: Una simplificación de la complicada incoherente nomenclatura y clasificación. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*, 16(01), 01-14.
- Servicio Geológico Colombiano. (s.f.). *Generalidades Volcán Cerro Machín* [Sitio Web: *www2.sgc.gov.co*]. Recuperado el 02 de diciembre de 2019, de <https://bit.ly/2YPNg31>
- Servicio Geológico Colombiano. (s.f.). *Mapas de Amenaza Volcánica* [Sitio Web: *srvags.sgc.gov.co*]. Recuperado el 02 de diciembre de 2019, de <https://bit.ly/2PgzseQ>
- Shingore, P. A. (2009). Organizational and Risk Characteristics of Emerging Public-Private Partnership Models. . [Tesis de Master of Science in Civil Engineering]. Estados Unidos: Polytechnic Institute and State University.
- Silva Martínez, M. (16 de julio de 2014). Infraestructura vial e inversión. Superar el rezago vial demanda racionalidad técnico-contractual y derrotar la corrupción. [Sitio Web: *El Tiempo*]. Recuperado el 30 de noviembre de 2019, de <https://bit.ly/387hmDg>
- UNESCO. (2011). *Paisaje Cultural Cafetero en Colombia* [Sitio Web: *whc.unesco.org*]. Recuperado el 01 de diciembre de 2019, de <https://whc.unesco.org/en/list/1121>
- Unidad Nacional para la Gestión de Riesgos de Desastres (UNGRD). (s.f.). *Erupciones Volcánicas* [Sitio Web: *gestiondelriesgo.gov.co*]. Recuperado el 13 de diciembre de 2019, de <http://gestiondelriesgo.gov.co/snigrd/pagina.aspx?id=150>

- Universidad Nacional del Centro de la provincia de Buenos Aires. (2008). Metodología para los estudios de impacto ambiental. Facultad de Ciencias Exactas. *[Documento en Línea]*. Universidad Nacional del Centro de la provincia de Buenos Aires. Recuperado el 30 de noviembre de 2019, de <https://bit.ly/3446F1k>
- Wango, X., & Huang, J. (2006). The relationships between key stakeholders project performance and project success: Perception of Chinese construction supervising engineers. *International Journal of Project Management*, 24, 253-260.
- Zeng, M. (2007). La aplicación de una decisión basada en hacer borrosa la metodología para la evaluación de riesgos de construcción del proyecto. *International Journal of Project Management*, 25, 589-600.
- Öztaş, A., & Ökmen, Ö. (2004). Risk analysis in \_xed-Izqu design–build construction projects. *Building and Environment*, 39, 229-237.