

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

ESCUELA DE POSGRADO



UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS

TESIS:

**GESTIÓN DE RIESGOS BAJO EL ENFOQUE DEL PMBOK PARA
REDUCIR LA VULNERABILIDAD EN LA RED VIAL CA-112 TRAMO:
CAJABAMBA - COLCAS, DEPARTAMENTO CAJAMARCA 2021**

Para optar el Grado Académico de

MAESTRO EN CIENCIAS

MENCIÓN: INGENIERÍA CIVIL

Presentado por:

JANETH RODRÍGUEZ VILLANUEVA

Asesor:

Dr. JUAN ESTEBAN GONZALES GARCIA

Cajamarca, Perú


2024



CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

1. Investigador: **Janeth Rodríguez Villanueva**
DNI: **76514550**
Escuela Profesional/Unidad UNC: **Unidad de Posgrado de la Facultad de Ingeniería**
2. Asesor: **Dr. Juan Esteban Gonzales García**
3. Grado académico o título profesional
 Bachiller Título profesional Segunda especialidad
 Maestro Doctor
4. Tipo de Investigación:
 Tesis Trabajo de investigación Trabajo de suficiencia profesional
 Trabajo académico
5. Título de Trabajo de Investigación:
**GESTIÓN DE RIESGOS BAJO EL ENFOQUE DEL PMBOK PARA
REDUCIR LA VULNERABILIDAD EN LA RED VIAL CA-112 TRAMO:
CAJABAMBA - COLCAS, DEPARTAMENTO CAJAMARCA 2021**
6. Fecha de evaluación: **15** / **03** / **24**
7. Software antiplagio: TURNITIN URKUND (OURIGINAL) (*)
8. Porcentaje de Informe de Similitud: **10%**
9. Código Documento: **3117:340115354**
10. Resultado de la Evaluación de Similitud:
 APROBADO PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: **26** / **03** / **24**

<i>Firma y/o Sello Emisor Constancia</i>
 _____ Dr. Juan Esteban Gonzales García DNI: 26702215

* En caso se realizó la evaluación hasta setiembre de 2023

COPYRIGHT © 2024 by
JANETH RODRÍGUEZ VILLANUEVA
Todos los derechos reservados



Universidad Nacional de Cajamarca
LICENCIADA CON RESOLUCIÓN DE CONSEJO DIRECTIVO N° 080-2018-SUNEDU/CD
Escuela de Posgrado
CAJAMARCA - PERU



PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS


Siendo las 12:25 horas, del día 16 de febrero de dos mil veinticuatro, reunidos en el Auditorio de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, el Jurado Evaluador presidido por el **M. en I. JOSÉ BENJAMÍN TORRES TAFUR, M. Cs. MARÍA SALOMÉ DE LA TORRE RAMIREZ, Mg. PERLITA ROSMERY ESAINE BARRANTES**, y en calidad de Asesor el **Dr. JUAN ESTEBAN GONZALES GARCÍA**. Actuando de conformidad con el Reglamento Interno y el Reglamento de Tesis de Maestría de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, se inició la Sustentación de la Tesis titulada "**GESTIÓN DE RIESGOS BAJO EL ENFOQUE DEL PMBOK PARA REDUCIR LA VULNERABILIDAD EN LA RED VIAL CA-112 TRAMO: CAJABAMBA – COLCAS, DEPARTAMENTO CAJAMARCA 2021**", presentada por la Ingeniera Civil **JANETH RODRÍGUEZ VILLANUEVA**.

Realizada la exposición de la Tesis y absueltas las preguntas formuladas por el Jurado Evaluador, y luego de la deliberación, se acordó APROBAR con la calificación de DIECIOCHO (18) la mencionada Tesis; en tal virtud, la Ingeniera Civil **JANETH RODRÍGUEZ VILLANUEVA**, está apto para recibir en ceremonia especial el Diploma que la acredita como **MAESTRO EN CIENCIAS**, de la Unidad de Posgrado de la Facultad de Ingeniería, con Mención en **INGENIERIA CIVIL**.

Siendo las 13:00 horas del mismo día, se dio por concluido el acto.


.....
Dr. Juan Esteban Gonzales Garcia
Asesor


.....
M. Cs. Maria Salomé De La Torre Ramirez
Jurado Evaluador


.....
Mg. Perlita Rosmery Esaine Barrantes
Jurado Evaluador


.....
M. en I. José Benjamín Torres Tafur
Jurado Evaluador

DEDICATORIA

A la memoria de mi padre, Mauricio Rodríguez Cojal, por ser quien me inculcó la superación, dedicación, tenacidad y constancia en cumplir con los objetivos que tenga en la vida; por sus invaluable enseñanzas y principios que dejó en mí.

A mi madre Rosa Villanueva Villena por su amor, consejos, valores, por ser un ejemplo de perseverancia y constancia.

A mi hijo, Rafael, por ser mi motivación diaria para cumplir mis metas trazadas.

A mis hermanos, Marlene y Alexander, por su apoyo y confianza en esta etapa de mi vida, por motivarme a desarrollar y concluir este trabajo de investigación.

Janeth

AGRADECIMIENTO

En esta investigación, hay personas que han colaborado de alguna manera en su realización. A todos aquellos me gustaría expresar mi más profundo y sincero agradecimiento:

- A Dios por mantenerme firme y no decaer, a pesar de las adversidades presentadas, por darme la motivación que necesitaba y por estar conmigo en cada paso que doy.
- A la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca y a los maestros, por los conocimientos impartidos.
- Al asesor, Dr. Juan Esteban Gonzales Garcia, por su apoyo y orientación en cada consulta en el desarrollo de este trabajo de investigación.
- Al jurado de esta tesis: M en I. José Benjamín Torres Tafur, Mg. Perlita Rosmery Esaine Barrantes, Mg. Cs. Marco Antonio Silva Silva y M. Cs. María Salomé De La Torre Ramírez, por su colaboración en este trabajo de investigación.

Janeth

Investigar es ver lo que todo el mundo ha visto, y pensar lo que nadie más ha pensado.

Albert Szent-Györgyi

ÍNDICE GENERAL

Ítem	Página
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
EPÍGRAFE.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS	xii
ÍNDICE DE FIGURAS	xv
LISTA DE ABREVIATURAS Y SIGLAS USADAS	xviii
RESUMEN	xix
ABSTRACT.....	xx

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del problema.....	1
1.1.1. Contextualización	1
1.1.2. Descripción del problema.....	2
1.1.3. Formulación del problema.....	3
1.2. Justificación e importancia	3
1.3. Delimitación de la investigación	4
1.4. Limitaciones	4
1.5. Objetivos.....	4
1.5.1. Objetivo general.....	4
1.5.2. Objetivos específicos	4

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación	5
2.1.1. Antecedentes internacionales	5

2.1.2. Antecedentes nacionales	7
2.1.3. Antecedentes locales	9
2.2. Marco conceptual.....	10
2.2.1. Gestión de riesgos	10
2.2.2. Procesos de gestión de riesgos	10
2.2.3. Plan de gestión de riesgos.....	19
2.2.4. Estructura de Desglose del Trabajo o WBS	20
2.2.5. Método Delphi.....	21
2.2.6. Riesgo de Desastres con ArcGis	23
2.2.7. Probabilidad de ocurrencia del riesgo e impacto económico con @Risk edición 8	24
2.2.8. Red Vial departamental CA-112, Trayectoria Emp. PE-3N (Cajabamba) - Higosbamba - Colcas - Emp. CA-111 (Dv. Colcas).....	26
2.3. Definición de términos básicos.....	27

CAPITULO III

PLANTEAMIENTO DE LA (S) HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1. Hipótesis	28
3.1.1. Hipótesis general	28
3.2. Variables / categorías	28
3.2.1. Variable 1	28
3.2.2. Variable 2	28
3.3. Operacionalización / categorización de los componentes de las hipótesis	29

CAPITULO IV

MARCO METODOLÓGICO

4.1. Ubicación geográfica.....	30
4.1.1. Ubicación.....	30
4.1.2. Clima	33

4.1.3. Geología	33
4.2. Diseño de la investigación.....	34
4.3. Tipo de investigación	35
4.3.1. Cualitativo y cuantitativo	35
4.3.2. Descriptivo.....	35
4.3.3. No experimental.....	35
4.3.4. Inductivo	35
4.4. Población, muestra, unidad de análisis y unidad de observación	35
4.4.1. Población.....	35
4.4.2. Muestra.....	35
4.5. Unidad de análisis.....	36
4.4.3. Unidad de observación	36
4.6. Técnicas e instrumentos de recopilación de información.....	36
4.5.1. Técnicas	36
4.5.2. Instrumentos.....	36
4.7. Técnicas para el procesamiento y análisis de la información	37
4.6.1. Técnicas	37
4.8. Equipos, materiales, insumos.....	37
4.7.1. Equipos.....	37
4.7.2. Materiales	37
4.9. Matriz de consistencia metodológica.....	38

CAPITULO V

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Presentación de resultados.....	39
5.1.1. Flujograma de la investigación.....	39
5.1.2. Resultados por objetivos.....	40
5.2. Análisis, interpretación y discusión de resultados.....	91

5.2.1. Análisis, interpretación.....	91
5.2.2. Discusión de resultados.....	93
5.3. Contrastación de hipótesis.....	96

CAPÍTULO VI

PROPUESTA.....	98
CONCLUSIONES	101
RECOMENDACIONES	103
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	104
APÉNDICE I	110
PLANO DE UBICACIÓN	110
APÉNDICE II.....	112
TIPOLOGÍA DE LA RED VIAL CA-112 TRAMO: CAJABAMBA - COLCAS.....	112
APÉNDICE III.....	119
RECOLECCIÓN DE DATOS.....	119
APÉNDICE IV	148
PANEL FOTOGRÁFICO	148

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Fórmula para determinar la tipología de la vía departamental</i>	11
Tabla 2. <i>Escala del daño según tipo y nivel de gravedad</i>	12
Tabla 3. <i>Nivel de probabilidad del riesgo y la frecuencia de ocurrencia</i>	16
Tabla 4. <i>Nivel de impacto del riesgo según tiempo y costo</i>	16
Tabla 5. <i>Probabilidad e impacto del riesgo</i>	16
Tabla 6. <i>Operacionalización/ categorización de los componentes de las hipótesis</i> .	29
Tabla 7. <i>Matriz de consistencia metodológica</i>	38
Tabla 8. <i>Estructura de desglose de riesgos</i>	40
Tabla 9. <i>RBS – Descripción del Riesgo (Técnicos)</i>	41
Tabla 10. <i>RBS – Descripción del Riesgo (Gestión)</i>	42
Tabla 11. <i>RBS – Descripción del Riesgo (Comercial)</i>	43
Tabla 12. <i>RBS – Descripción del Riesgo (Externo)</i>	43
Tabla 13. <i>Causa raíz para riesgos técnicos</i>	44
Tabla 14. <i>Causa raíz para riesgos de gestión</i>	45
Tabla 15. <i>Causa raíz para riesgos comerciales</i>	46
Tabla 16. <i>Causa raíz para riesgos externos</i>	46
Tabla 17. <i>Análisis de frecuencia para las causas de los riesgos priorizados</i>	47
Tabla 18. <i>Valoración para riesgos técnicos</i>	48
Tabla 19. <i>Valoración para riesgos de gestión</i>	48
Tabla 20. <i>Valoración para riesgos comerciales</i>	48
Tabla 21. <i>Valoración para riesgos externos</i>	49
Tabla 22. <i>Derivación para riesgos técnicos</i>	50
Tabla 23. <i>Derivación para riesgos de gestión</i>	51
Tabla 24. <i>Derivación para riesgos comerciales</i>	52
Tabla 25. <i>Derivación para riesgos externos</i>	52
Tabla 26. <i>Nivel del riesgo técnico</i>	53
Tabla 27. <i>Nivel del riesgo de gestión</i>	54
Tabla 28. <i>Nivel del riesgo comercial</i>	55

Tabla 29. Nivel del riesgo externo	55
Tabla 30. Análisis cualitativo del riesgo técnico, riesgo de gestión, riesgo comercial, riesgo externo	56
Tabla 31. Calificación del riesgo.....	57
Tabla 32. Riesgos priorizados según su calificación.....	59
Tabla 33. Impacto económico del riesgo 3.2	63
Tabla 34. Impacto económico del riesgo 4.3	65
Tabla 35. Impacto económico del riesgo 3.3	67
Tabla 36. Costo de mejoramiento en Red Vial CA-112 Tramo: Cajabamba - Colcas	69
Tabla 37. Impacto económico del riesgo 1.4	70
Tabla 38. Impacto económico del riesgo 1.1	72
Tabla 39. Impacto económico del riesgo 2.2	74
Tabla 40. Impacto económico del riesgo 4.2	76
Tabla 41. Impacto económico de los riesgos priorizados	78
Tabla 42. Jerarquización de riesgos.....	80
Tabla 43. Mitigación y reducción de riesgos técnicos.....	81
Tabla 44. Mitigación y reducción de riesgos de gestión.....	82
Tabla 45. Mitigación y reducción de riesgos comerciales	83
Tabla 46. Mitigación y reducción de riesgos externos	83
Tabla 47. Categorías del riesgo	91
Tabla 48. Calificación de los riesgos priorizados	91
Tabla 49. Factor relieve para cálculo de tipología	113
Tabla 50. Factor drenaje para cálculo de tipología	113
Tabla 51. Factor calzada y vegetación para cálculo de tipología.....	114
Tabla 52. Cálculo de tipología	114
Tabla 53. Componentes del Factor Relieve (FRE), cálculo de la pendiente promedio desde la progresiva Km. 0+000 al Km. 12+000.....	115
Tabla 54. Componentes del Factor Relieve (FRE), cálculo del índice de Estabilidad del Talud (IET) desde la progresiva Km. 0+000 al Km. 12+000.....	117

Tabla 55. <i>Inventario en la Red Vial CA-112 Tramo: Cajabamba - Colcas</i>	121
Tabla 56. <i>Ficha técnica en la Red Vial CA-112 Tramo: Cajabamba - Colcas</i>	123
Tabla 57. <i>Ficha técnica de calificación para cada tipo de deterioro / falla</i>	129
Tabla 58. <i>Ficha técnica de condición resultante por cada tipo de deterioro / falla</i> .	143

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Ubicación geográfica de la investigación</i>	31
Figura 2. <i>Ubicación geográfica de la Red Vial CA-112 Tramo: Cajabamba - Colcas</i>	32
Figura 3. <i>Clastos de arenisca en matriz calcárea</i>	33
Figura 4. <i>Flujograma</i>	39
Figura 5. <i>Delimitación del riesgo en la Red Vial CA-112 Tramo: Cajabamba – Colcas.</i>	62
Figura 6. <i>Histograma de frecuencias con la distribución PERT. Simulación para la gestión del riesgo 3.2</i>	64
Figura 7. <i>Histograma de frecuencias para determinar la probabilidad de cumplir el ingreso meta</i>	64
Figura 8. <i>Histograma de frecuencias con la distribución PERT. Simulación para la gestión del riesgo 4.3</i>	66
Figura 9. <i>Histograma de frecuencias para determinar la probabilidad de no exceder el PIA 2022 asignado</i>	66
Figura 10. <i>Histograma de frecuencias con la distribución PERT. Simulación para la gestión del riesgo 3.3</i>	68
Figura 11. <i>Histograma de frecuencias para determinar la probabilidad de de ejecutar el Mantenimiento Periódico y Rutinario de las vías aledañas a la Red Vial CA-112.</i>	68
Figura 12. <i>Histograma de frecuencias con la distribución PERT. Simulación para la gestión del riesgo 1.4</i>	70
Figura 13. <i>Histograma de frecuencias para determinar la probabilidad de cumplir con el presupuesto para el mejoramiento de la Red Vial CA-112</i>	71
Figura 14. <i>Histograma de frecuencias con la distribución PERT. Simulación para la gestión del riesgo 1.1</i>	73
Figura 15. <i>Histograma de frecuencias para determinar la probabilidad de ejecutar el Mantenimiento Rutinario de la Carretera Departamental Ruta CA-112</i>	73
Figura 16. <i>Histograma de frecuencias con la distribución PERT. Simulación para la gestión del riesgo 2.2</i>	75
Figura 17. <i>Histograma de frecuencias para determinar la probabilidad de elaboración de Expediente Técnico para el Mantenimiento Periódico de la Red Vial CA-112</i>	75

Figura 18. <i>Histograma de frecuencias con la distribución PERT. Simulación para la gestión del riesgo 4.2</i>	77
Figura 19. <i>Histograma de frecuencias para determinar la probabilidad de ejecución del Mantenimiento Rutinario en la Red Vial CA-112</i>	77
Figura 20. <i>Simulación del impacto de riesgos combinados parte 1.</i>	79
Figura 21. <i>Simulación del impacto de riesgos combinados parte 2.</i>	79
Figura 22. <i>Ficha de gestión de riesgos para el riesgo comercial 3.2</i>	84
Figura 23. <i>Ficha de gestión de riesgos para el riesgo externo 4.3</i>	85
Figura 24. <i>Ficha de gestión de riesgos para el riesgo comercial 3.3</i>	86
Figura 25. <i>Ficha de gestión de riesgos para el riesgo técnico 1.4</i>	87
Figura 26. <i>Ficha de gestión de riesgos para el riesgo técnico 1.1</i>	88
Figura 27. <i>Ficha de gestión de riesgos para el riesgo de gestión 2.2</i>	89
Figura 28. <i>Ficha de gestión de riesgos para el riesgo externo 4.2</i>	90
Figura 29. <i>Resultado del análisis cuantitativo para reducir la vulnerabilidad</i>	92
Figura 30. <i>Condición causal de la hipótesis</i>	97
Figura 31. <i>Ficha técnica de la Red Vial CA-112 Tramo: Cajabamba - Colcas</i>	120
Figura 32. <i>Fallas en la calzada de la Red Vial CA-112 Tramo: Cajabamba - Colcas, luego del sismo del 26 de mayo del 2019</i>	149
Figura 33. <i>Deslizamiento en la calzada de la Red Vial CA-112 Tramo: Cajabamba - Colcas, luego del sismo del 26 de mayo del 2019</i>	149
Figura 34. <i>Fallas en la calzada de la Red Vial CA-112 Tramo: Cajabamba - Colcas, luego del sismo del 26 de mayo del 2019</i>	150
Figura 35. <i>Deslizamiento en la calzada de la Red Vial CA-112 Tramo: Cajabamba - Colcas, luego del sismo del 26 de mayo del 2019</i>	150
Figura 36. <i>Fallas en obras de arte de la Red Vial CA-112 Tramo: Cajabamba - Colcas, luego del sismo del 26 de mayo del 2019</i>	151
Figura 37. <i>Fallas en la calzada de la Red Vial CA-112 Tramo: Cajabamba - Colcas, luego del sismo del 26 de mayo del 2019</i>	151
Figura 38. <i>Fallas en la calzada de la Red Vial CA-112 Tramo: Cajabamba - Colcas, luego del sismo del 26 de mayo del 2019</i>	152

Figura 39. <i>Mal estado de la calzada en la Red Vial CA-112 Tramo: Cajabamba - Colcas</i>	152
Figura 40. <i>Falta de drenaje en la Red Vial CA-112 Tramo: Cajabamba - Colcas ..</i>	153
Figura 41. <i>Calzada afectada por las lluvias debido al mal estado de las cunetas en la Red Vial CA-112 Tramo: Cajabamba - Colcas</i>	153
Figura 42. <i>Cunetas sin mantenimiento en la Red Vial CA-112 Tramo: Cajabamba - Colcas</i>	154
Figura 43. <i>Baches en la calzada de la Red Vial CA-112 Tramo: Cajabamba - Colcas</i>	154
Figura 44. <i>Señalización vertical en mal estado en la Red Vial CA-112 Tramo: Cajabamba – Colcas</i>	155
Figura 45. <i>Calzada con ahuellamiento en la Red Vial CA-112 Tramo: Cajabamba – Colcas</i>	155
Figura 46. <i>Falta de mantenimiento de la calzada y cunetas en la Red Vial CA-112 Tramo: Cajabamba – Colcas</i>	156
Figura 47. <i>Mal estado del puente en la Red Vial CA-112 Tramo: Cajabamba – Colcas</i>	156
Figura 48. <i>Mal estado de la calzada y cunetas en la Red Vial CA-112 Tramo: Cajabamba – Colcas</i>	157
Figura 49. <i>Ahuellamiento en la calzada de la Red Vial CA-112 Tramo: Cajabamba – Colcas</i>	157
Figura 50. <i>Inicio de la Red Vial CA-112 Tramo: Cajabamba – Colcas, progresiva Km. 0+000</i>	158
Figura 51. <i>Final de la Red Vial CA-112 Tramo: Cajabamba – Colcas, progresiva Km. 12+000</i>	158

LISTA DE ABREVIATURAS Y SIGLAS USADAS

CA-112	: Código de ruta que identifica a una de las vías del departamento de Cajamarca.
COSIPLAN	: Consejo Suramericano de Infraestructura y Planeamiento
DV.	: Desvío
DGCF	: Dirección General de Caminos y Ferrocarriles
EMP.	: Empalme
GRC	: Gobierno Regional de Cajamarca
GRD	: Gestión del Riesgo de Desastres
IGP	: Instituto Geofísico del Perú
INDECI	: Instituto Nacional de Defensa Civil
INGEMMET	: Instituto Geológico Minero y Metalúrgico
MPC	: Municipalidad Provincial de Cajabamba.
MTC	: Ministerio de Transportes y Comunicaciones
PE-3N	: Código de ruta que identifica a uno de los tres ejes longitudinales de la Red Vial Nacional denominada longitudinal de la sierra norte.
PMBOK	: Project Management Body of Knowledge - Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos
PMI	: Project Management Institute - Instituto de Gestión de Proyectos
SGRD	: Secretaría de Gestión del Riesgo de Desastres
WBS	: Work Breakdown Structure - Estructura de Desglose del Trabajo.

RESUMEN

La presente investigación descriptiva tuvo por objetivo determinar la influencia de la gestión de riesgos bajo el enfoque del PMBOK edición 7 para reducir la vulnerabilidad en la Red Vial CA-112 Tramo: Cajabamba - Colcas, desde la progresiva Km. 00+000 al Km. 12+000. Se utilizaron los procesos que indica la guía del PMBOK edición 7: identificar los riesgos, realizar el análisis cualitativo, realizar el análisis cuantitativo y planificar la respuesta a los riesgos. En la identificación de los riesgos, teniendo como factor la vulnerabilidad, se recolectó la información in situ y en las entidades competentes MPC, GRC, PVD, INGEMMET, INDECI, IGP, además se utilizó las fichas del MTC. En el análisis cualitativo se utilizó la estructura de desglose del trabajo y la técnica Delphi, en el análisis cuantitativo se delimitó el tipo de riesgo con el software ArcGIS 10.5, luego se procesaron los riesgos priorizados en categorías con el software @Risk edición 8 y la distribución PERT, en esta etapa se usó la simulación de Monte Carlo y el análisis de sensibilidad. Se ejecutó un total de 10,000 iteraciones, devolviendo un valor total corregido. Se identificaron los riesgos en la Red Vial CA-112 Tramo: Cajabamba – Colcas de acuerdo a cuatro categorías: Riesgo Técnico, Riesgo de Gestión, Riesgo Comercial y Riesgo Externo. Se analizó cualitativamente los riesgos, obteniendo la calificación más alta para los riesgos priorizados: incomunicación entre Cajabamba, Hichabamba, Higosbamba, Huayllabamba, Churucana y Colcas impidiendo el tránsito y transporte de recursos económicos, 72.00% y deslizamientos de tipo rotacional y asentamiento del suelo, 72.00%. Se realizó el análisis cuantitativo teniendo como resultado el porcentaje de probabilidad e incidencia de 42.16% y el costo impacto de S/ 1,243,008.45 en la Red Vial CA-112 Tramo: Cajabamba – Colcas. Con los resultados del análisis cualitativo y cuantitativo se elaboró el plan de mitigación y reducción de riesgos para mitigar, evitar o aceptar el riesgo, incluye las acciones necesarias, los responsables y las auditorías respectivas. Finalmente se concluye que, realizar la gestión utilizando la guía del PMBOK edición 7 influye en el costo de intervención de la vía, reduciendo la vulnerabilidad, al ser el porcentaje de incidencia inferior al 50%, el riesgo que presenta la vía es medio y los costos son inferiores.

Palabras clave: Gestión de riesgos, PMBOK, vulnerabilidad, red vial.

ABSTRACT

The objective of this descriptive research was to determine the influence of risk management under the PMBOK edition 7 approach to reduce vulnerability in the CA-112 Road Network Section: Cajabamba - Colcas, from the progressive Km. 00+000 to Km. 12+000. The processes indicated in the PMBOK guide edition 7 were used: identify risks, perform qualitative analysis, perform quantitative analysis and plan the response to risks. In the identification of risks, taking vulnerability as a factor, information was collected on site and in the competent entities MPC, GRC, PVD, INGEMMET, INDECI, IGP, and the MTC files were also used. In the qualitative analysis, the work breakdown structure and the Delphi technique were used, in the quantitative analysis the type of risk was delimited with the ArcGIS 10.5 software, then the prioritized risks were processed into categories with the @Risk edition 8 software and the PERT distribution, in this stage Monte Carlo simulation and sensitivity analysis were used. A total of 10,000 iterations were run, returning a corrected total value. The risks in the CA-112 Road Network Section: Cajabamba – Colcas were identified according to four categories: Technical Risk, Management Risk, Commercial Risk and External Risk. The risks were qualitatively analyzed, obtaining the highest rating for the prioritized risks: lack of communication between Cajabamba, Hichabamba, Higosbamba, Huayllabamba, Churucana and Colcas preventing the transit and transportation of economic resources, 72.00% and rotational landslides and soil settlement, 72.00%. The quantitative analysis was carried out resulting in the probability and incidence percentage of 42.16% and the impact cost of S/ 1,243,008.45 in the CA-112 Road Network Section: Cajabamba – Colcas. With the results of the qualitative and quantitative analysis, the risk mitigation and reduction plan was developed to mitigate, avoid or accept the risk, including the necessary actions, those responsible and the respective audits. Finally, it is concluded that carrying out management using the PMBOK edition 7 guide influences the cost of road intervention, reducing vulnerability, as the incidence percentage is less than 50%, the risk presented by the road is medium and the costs are lower.

Key Words: Risk management, PMBOK, vulnerability, road network.

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del problema

1.1.1. Contextualización

Actualmente los fenómenos naturales suceden con más frecuencia alrededor del mundo, ocasionados por factores como el calentamiento global; por lo tanto, las consecuencias se traducen en pérdidas humanas y económicas. Esta realidad ocasiona que los países se interesen en tener un plan de gestión de riesgos acorde a sus necesidades, para anticipar y combatir contingencias (Borges *et al.*, 2020).

A nivel mundial la inversión en planes para reducción de riesgos de desastres, entre 2015 y 2017, sólo fue el 3.8% de la inversión total; no obstante, se evidencia que existe mayor inversión en planes de gestión de riesgos post-desastre. La brecha de inversión disminuiría si se previenen y mitigan a tiempo estos riesgos (Dabbeek *et al.*, 2020).

COSIPLAN (2016) refiere que, en los últimos 35 años, América del Sur ha experimentado pérdidas por desastres de alrededor de US\$88.000 millones en infraestructura y en el sector transporte, enfrentó pérdidas por aproximadamente US\$3.800 millones.

Perú se ubica en el denominado “Cinturón de Fuego del Pacífico” donde sucede el 80% de los movimientos sísmicos a nivel mundial (SGRD, 2014). De acuerdo al reporte de INDECI (2019), entre las emergencias que han afectado más a Perú se encuentra el sismo ocurrido el 26 de mayo del año 2019, que causó daños en 20 provincias de 11 departamentos, afectando viviendas, instituciones educativas, centros de salud y carreteras. Lo que evidenció la necesidad de una adecuada gestión de riesgos.

Adicionalmente, en los proyectos de infraestructura se hace más frecuente el uso de la guía del PMBOK edición 7, desarrollado por el PMI. La guía del PMBOK edición 7 se basa en estándares de calidad de nivel internacional, lo que garantiza resultados óptimos al planificar la gestión de riesgos a través de su identificación y la

utilización de métodos cualitativos y cuantitativos (Masár *et al.*, 2019).

Investigaciones sobre gestión de riesgos en carreteras, implementando el PMBOK se han desarrollado en diferentes lugares del Perú, como por ejemplo la investigación de Pasco (2018) desarrollada en la red vial de Ancash, la investigación de Paredes (2018) desarrollada en obras viales existentes en Arequipa y la investigación de Quito (2017) desarrollada en un camino vecinal de Huaraz; sin embargo, surge la necesidad de establecer una metodología de gestión de riesgos que pueda servir de modelo para la conservación de vías departamentales, considerando los estándares del PMBOK.

1.1.2. Descripción del problema

En Perú el estudio y manejo de los riesgos es un aspecto que tiene relevancia en los proyectos de infraestructura, con el fin de lograr de manera más eficiente el cumplimiento de objetivos; no obstante, se carece de una metodología para el estudio de gestión de riesgos en la red vial departamental, no teniendo en cuenta los riesgos a los que está expuesto este tipo de vías, lo que conlleva a la falta de transitabilidad y serviciabilidad ante cualquier desastre.

Así mismo, el Plan Vial Departamental Participativo Cajamarca 2011-2020 indica que, de acuerdo al tipo de superficie de rodadura, el 5.22% son carreteras asfaltadas, el 31.09% son afirmadas, 0.18% sin afirmar y el 63.51% restante corresponde a trochas carrozables. La infraestructura vial en la región Cajamarca está clasificada, sin embargo, no hay un plan de gestión de riesgos que incluya la preparación y respuesta ante desastres naturales en la red vial, para anticipar y evitar pérdidas humanas y económicas.

En la región Cajamarca, la vía departamental Emp. PE-3N (Cajabamba) - Higosbamba - Colcas - Emp. CA-111 (Dv. Colcas) presenta factores de riesgo que fueron evidenciados durante el sismo del 26 de mayo del 2019 (ver APÉNDICE I), esto perjudicó la transitabilidad en la vía durante dos meses aproximadamente y la situación se agravó en el transcurso de los días; por tal motivo, es indispensable adoptar las mejores alternativas y un modelo que pueda servir en la gestión de riesgos para mitigar y controlar los riesgos que suceden en este tipo de vía.

En este contexto, la investigación determinó una metodología de gestión de riesgos bajo los estándares de la guía del PMBOK edición 7, para reducir la vulnerabilidad. Se utilizó los procesos de gestión de riesgos como son: planificar la

gestión de riesgos, identificar los riesgos, realizar análisis cualitativo, realizar análisis cuantitativo y planificar la respuesta a los riesgos (PMI, 2017), generando un plan de respuesta eficaz que reduce las amenazas no gestionadas por las entidades públicas y las empresas privadas en la red vial departamental.

1.1.3. Formulación del problema

¿Cómo influirá la gestión de riesgos bajo el enfoque del PMBOK para reducir la vulnerabilidad en la Red Vial CA-112 Tramo: Cajabamba - Colcas, Departamento Cajamarca 2021?

1.2. Justificación e importancia

La investigación se elaboró porque en los últimos años el efecto de los desastres naturales ha ocasionado pérdidas materiales y económicas en la red vial, existiendo la necesidad de aplicar la gestión de riesgos según las características y necesidad de este tipo de infraestructura.

El INGEMMET - Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico a través de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico realizó los siguientes informes: a) Informe Técnico N° A6903 Deslizamiento en los Caseríos de Higosbamba, Hichabamba, Huayllabamba y Churucana e b) Informe Técnico N° A6911 Peligro por deslizamiento en los Caseríos de Higosbamba, Hichabamba, Huayllabamba, Churucana donde se indica que la zona es crítica por peligro de deslizamiento, peligro ante intensas lluvias o movimientos sísmicos. c) Informe Técnico N° A7047 Evaluación de Peligros por deslizamientos en los Centros Poblados Colcas y Nuñumabamba, donde indica que la zona presenta un peligro medio a alto por movimientos en masa.

Debido a lo cual, fue necesario realizar la gestión de riesgos en la Red Vial CA-112 Tramo: Cajabamba – Colcas para reducir la vulnerabilidad. Puesto que, la inversión oportuna en la preparación y respuesta ante impactos generados por los riesgos, aminora los daños, además interviene positivamente en la economía del país.

Es importante para la Universidad Nacional de Cajamarca, porque valida su compromiso de promover la investigación y la proyección social, puesto que el estudio adaptó la metodología de los estándares del PMBOK edición 7 para gestionar los riesgos en la red vial departamental, realizando el análisis y validación en la Red Vial CA-112 Tramo: Cajabamba - Colcas, con ello se demuestra que la metodología es aplicable a carreteras con características similares. Además, se determinó un plan de

mitigación, con la finalidad de lograr la correcta transitabilidad y serviciabilidad de la vía.

1.3. Delimitación de la investigación

La investigación planteó una metodología de gestión de riesgos bajo el enfoque del PMBOK edición 7 aplicada a la Red Vial departamental CA-112, teniendo como unidad de análisis y validación el Tramo: Cajabamba – Colcas, perteneciente a la trayectoria Emp. PE-3N (Cajabamba) - Higosbamba - Colcas - Emp. CA-111 (Dv. Colcas), ubicado en el distrito de Cajabamba, provincia de Cajabamba, departamento de Cajamarca.

1.4. Limitaciones

No se registraron limitaciones relevantes en el desarrollo de la tesis.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

- Determinar la influencia de la gestión de riesgos bajo el enfoque del PMBOK edición 7 para reducir la vulnerabilidad en la Red Vial CA-112 Tramo: Cajabamba - Colcas, Departamento Cajamarca.

1.5.2. Objetivos específicos

- Identificar los riesgos en la Red Vial CA-112 Tramo: Cajabamba - Colcas.
- Analizar cualitativa y cuantitativamente los riesgos priorizados en la Red Vial CA-112 Tramo: Cajabamba – Colcas.
- Elaborar un plan de mitigación y reducción de riesgos en la Red Vial CA-112 Tramo: Cajabamba - Colcas.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes internacionales

Jelena et al. (2023) en su artículo científico denominado “The missing link between project and product risk management: From the review to the call to action”, realizaron el estudio de gestión de riesgos en obras de ingeniería como un proceso esencial e identifican los resultados correspondientes para cubrir diversas necesidades. Indican que la guía del PMBOK establece procesos para la gestión de riesgos dependiendo del tipo de proyecto, además para lograr la gestión de riesgos del proyecto se requiere la información pertinente de los involucrados. Concluye que existe una brecha en gestión de riesgos en obras de ingeniería, por lo que su investigación proporciona directrices para el desarrollo de la gestión integrada de riesgos en proyectos.

Barghi y Shadrokh (2020) de la Universidad Tecnológica de Sharif, República Islámica de Irán, en su artículo científico denominado “Qualitative and quantitative project risk assessment using a hybrid PMBOK model developed under uncertainty conditions”, realizaron una investigación exploratoria y aplicada a la gestión de riesgos de manera cualitativa y cuantitativa utilizando la guía del PMBOK en Neyr Perse Company. Identificaron 32 factores de riesgo y el número se redujo a 17 a través de la técnica Delphi, la estructura de desglose del trabajo (WBS), DEMATEL y Fuzzy ANP, que se llevó a cabo en tres etapas. Los resultados del análisis confirmaron los riesgos identificados en la investigación, luego estos riesgos se estructuraron y clasificaron. Primero identificaron los riesgos críticos, luego realizaron una planificación precisa y predeterminada para eliminar o mitigar la ocurrencia del riesgo. Finalmente proponen un plan operativo para la gestión de riesgos en los proyectos.

Borges et al. (2020) de la Universidad Federal de Pernambuco, Brasil, en su artículo científico denominado “Multidimensional flood risk management under climate changes: Bibliometric analysis, trends and strategic guidelines for decision-making in urban dynamics”, estudiaron los eventos adversos que surgen de los peligros naturales que han tendido a volverse más frecuentes y sus impactos más severos.

Por lo cual, estructuraron una revisión sistemática de 52 artículos científicos que aplican enfoques multidimensionales en la gestión de riesgos de dos bases científicas principales Scopus (Elsevier) y Science Clarivate Analytics), identificando avances en la gestión de riesgos en la última década con el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG), que permite mejorar la toma de decisiones al significar un factor clave para desarrollar una nueva forma de visualizar el riesgo, además destaca los desafíos que se tiene para ampliar los avances metodológicos en gestión de riesgos a la vez que propone acciones innovadoras, para reducir y mitigar los daños catastróficos.

Dabbeek et al. (2020) en su artículo científico denominado “Probabilistic earthquake and flood loss assessment in the Middle East”, realizaron la evaluación probabilística de pérdidas por fenómenos naturales en edificaciones de 12 países en el Medio Oriente: Jordania, Siria, Palestina, Arabia Saudita, Líbano, Emiratos Árabes Unidos, Yemen, Omán, Kuwait, Qatar, Bahrein e Irak. El modelo proporciona las pérdidas anuales promedio, así como las pérdidas correspondientes a varios períodos de retorno disponibles a nivel nacional y subnacional, siendo significativo dentro de la región estudiada, entre 323 y 490 millones de dólares. Para el estudio utilizaron funciones de vulnerabilidad que se ajustaron a la zona estudiada, donde se evaluó el deslizamiento del terreno, la licuefacción del suelo, sismos e incendios. Los resultados indican que el riesgo sísmico como el de inundaciones son significativos en el estudio de la gestión de riesgos, pues contribuye a la toma de decisiones en las actividades de reducción de riesgos.

Másar et al. (2019) de la Universidad de Zilina, Facultad de Ingeniería de Seguridad, Departamento de Gestión de Riesgos, República Eslovaca, en su artículo científico denominado “The current state of project risk management in the transport sector”, realizaron una investigación empírica de gestión de riesgos en el sector transporte, donde resaltan la importancia de la gestión de riesgos en cada fase del ciclo de vida de un proyecto, siendo necesario el uso de métodos, técnicas y herramientas de software. En su estudio indican que, para la gestión de riesgos, en su mayoría utilizan los estándares basados en la Norma ISO 31000: 2018, el 20 % de gestores utilizan la Norma ISO 21500:2012 y el 26% de gestores utilizan el PMBOK. Para el proceso de identificación de riesgos el 22% utilizan la técnica Delphi y el diagrama de Ishikawa, el 14% realiza la evaluación dinámica de riesgos, el 12% a través del análisis DAFO, el 11% utiliza el diagrama de influencia y el 6% utiliza la lluvia de ideas. En el análisis cualitativo el 41% utiliza la matriz de mayor probabilidad

e impacto, el 34% utilizan la evaluación de la calidad de los datos de riesgo y el 24% utilizan el análisis de urgencia de riesgos. En el análisis cuantitativo el 45% utilizan la entrevista, el 26% el juicio de expertos, el 26% el análisis de sensibilidad y el 8% utiliza el modelado y simulación. Los resultados de la investigación sugieren la importancia del uso de software para respaldar la gestión de los riesgos, el 73% utiliza Microsoft Project, Microsoft Excel (14%), @Risk (3%), Crystal Ball (3%), Active Risk Manager Risk + (3%) y Criterium Decision Plus (3%); algunos gestores (menos del 1%) utilizan Primavera Risk Analysis, PHA Pro, RiskAid y RIS3.

Mohamed et al. (2018) de la Universidad de Alejandría Departamento de Ingeniería Arquitectónica, Facultad de Ingeniería, Egipto, en su artículo científico denominado “Special studies in management of construction project risks, risk concept, plan building, risk quantitative and qualitative analysis, risk response strategies”, consideran necesario realizar la gestión de riesgos en las diferentes etapas del ciclo de vida del proyecto, siendo importante el diagnóstico, la evaluación cualitativa y cuantitativa para superar o reducir los riesgos. Indican que no existe una estrategia única adecuada para enfrentar los riesgos y la estrategia adoptada para responder a los riesgos dependen del tipo y tamaño del riesgo. Para el plan de gestión de riesgos consideran como elementos los siguientes: metodología, funciones y responsabilidades, presupuesto, programación y calendario, puntuación, categorías de riesgo, formatos y plantillas, identificación de riesgo, revisión de la documentación, técnicas de recopilación, listas de verificación, análisis de supuestos, diagramas. Como estrategias de respuesta al riesgo consideran lo siguiente: añadir recursos, adoptar métodos de control conocidos, transferencia del riesgo, mitigación del riesgo, aceptación del riesgo.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Vallejos (2022) en su investigación denominada “Aplicación de la Metodología PMBOK para elaborar el Plan de Gestión de Riesgos del proyecto Carretera Costanera El Trópico – Huanchaco”, elabora un Plan de Gestión de Riesgos en base a la metodología del PMBOK, con instrumentos de entrada, herramientas y técnicas para la identificación y análisis de riesgos. Realizó la recolección de información en documentación técnica y otras investigaciones. En el análisis cualitativo determina el grado de impacto y la probabilidad de que el riesgo ocurra, las prioridades fueron: riesgo con prioridad baja 02, riesgos con prioridad moderada 02 y riesgos con prioridad alta 03. Concluye que el Plan de Gestión de Riesgos es importante para una respuesta oportuna a los eventos que sucedan.

Calderón (2020) en su artículo científico denominado “The Influence of Knowledge Management in Peruvian Disaster Risk”, estudia la influencia de la Teoría de la Gestión del Conocimiento en la Gestión de Riesgo de Desastres en el Perú, su metodología la basó en el análisis de cuestionarios aplicados a personas de diferentes organismos públicos a cargo de la Gestión de Riesgos de Desastres, principalmente las que cumplen labores del manejo de la información, como Organismos Ejecutores y Ministerios, personas destacadas al Centro de Operaciones de Emergencia Nacional (COEN), área física implementada por el Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI) junto a demás componentes del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres. Identifica que el 7.27% del personal respondió que definitivamente la Gestión del Conocimiento no debería influir en los factores identificados como problemática de la Gestión del Riesgo de Desastres en el Perú, el 11.6% considera que probablemente no influye, el 5% se muestra indeciso; sin embargo, el 26.3% considera que probablemente sí influye y el 49.6% afirma que definitivamente sí. Concluye que la Gestión del Conocimiento es una herramienta útil y que influye en los factores identificados como problemática y que afectan directamente la Gestión del Riesgo de Desastres.

Pasco (2018) en su investigación denominada “Implementación del PMBOK para la reducción de riesgos en el mantenimiento de emergencia de la red vial Ancash, Tramo: Aczo-Llamellin-Mirgas Provincia de Antonio Raymondi-Ancash, 2015-2016”, utilizó el software @Risk para Project y la metodología creada por el PMBOK. Identificó 17 riesgos, de los cuales el 59% corresponden a aspectos externos que contempla aspectos geológicos, climáticos, ruta de acarreo, comunidades, entre otros. También identifica riesgos asociados a aspectos técnicos en un 12%, aspectos organizacionales en un 23% y aspectos de gestión con un 6%. Del análisis cualitativo de los riesgos obtuvo que los riesgos de mayor impacto fueron las condiciones climáticas, desastres naturales, entrega tardía de requerimientos, escasez de materiales, escasez de personal calificado y riesgo por maquinarias defectuosas. Del análisis cuantitativo concluye que el servicio de mantenimiento tiene probabilidad de atraso, a la vez que identifica las partidas que ocasionan esto. Finalmente establece un plan de gestión para reducir los riesgos en mantenimientos de emergencia en la red vial Ancash; indica para cada caso la estrategia, la respuesta a los riesgos, la fecha de implementación, reservas en cuanto a tiempo, los disparadores, los riesgos secundarios cuando sean identificados y el responsable de administrar cada riesgo.

Paredes (2018) en su investigación denominada “Gestión de riesgos bajo el enfoque del PMI en obras viales existentes – caso: Puente Bajo Grau, Arequipa - 2018” adapta los estándares del Project Management Institute (PMI) a la intervención de obras viales existentes en el Perú, para tal fin utiliza la metodología de la Guía de los fundamentos para la dirección de proyecto “PMBOK”. En su investigación realiza la medición, análisis y validación del caso puente Bajo Grau, ubicado en la ciudad y distrito de Arequipa. Realiza el análisis cualitativo y cuantitativo para medir el nivel general de riesgo en el proyecto, luego usa el software @Risk. Del análisis cualitativo obtuvo que los riesgos predominantes en el proyecto son: colapso por inundación de la superestructura, fallas de infiltración en el estribo este, arrastre de material rocoso y obstrucción y obras de mejoramiento en la superestructura con una calificación de 72%, 50%, 29% y 22% respectivamente. Con el uso de la herramienta informática @Risk 7.6, obtuvo impactos económicos simulados de \$105 455, \$21 482, \$12 951.94 y \$42 099 para los riesgos identificados. Concluye que el nivel riesgo que afecta el proyecto es medio, con probabilidad de ocurrencia del 42% con un impacto económico de \$ 99'168 36. Finalmente establece un plan de respuesta ante los riesgos considerando estrategias, responsables y acciones inmediatas e indica que es eficiente la forma de gestionar los riesgos identificados en la investigación, porque cumple con lo necesario para evitar daños colaterales.

Quito (2017) en su investigación denominada “Implementación del PMBOK para la gestión de riesgos en el proyecto mantenimiento periódico de camino vecinal Acovichay-Nueva Florida, Independencia-Huaraz-Periodo 2012”, utiliza checklist, formatos de registro, cuadros de registro de resultados y la metodología de procesamiento y análisis de datos de Gestión de Riesgos basado en la guía del PMBOK. Para la identificación de riesgos considera cuatro aspectos como son: el contratista, el cliente, ambas partes y sin decisión / natural. Concluye que el contratista representa el 64% como alto riesgo; cliente un 26% riesgo medio, ambas partes un 5% y sin decisión / natural un 5%, estos últimos considera como riesgo bajo. Concluye que con la aplicación de la metodología del PMBOK se logra una disminución de riesgos en un 22%, logrando optimizar los recursos del Estado, además que ayuda a evitar retrasos, arbitrajes y daños que perjudiquen la ejecución del mantenimiento periódico.

2.1.3. Antecedentes locales

A la fecha no existen publicaciones locales sobre el tema de investigación.

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Gestión de riesgos

La gestión de riesgos del proyecto incluye los procesos para llevar a cabo la planificación de la gestión, identificación, análisis, planificación de respuesta, implementación de respuesta y monitoreo de los riesgos de un proyecto (PMI, 2017).

Los objetivos de la gestión de los riesgos del proyecto son aumentar la probabilidad y/o el impacto de los riesgos positivos y disminuir la probabilidad y/o el impacto de los riesgos negativos, a fin de optimizar las posibilidades de éxito del proyecto (PMI, 2017).

El PMI (2017) indica que los procesos de gestión de riesgos del proyecto son:

- Planificar la gestión de riesgos.
- Identificar los riesgos.
- Realizar el análisis cualitativo de riesgos.
- Realizar el análisis cuantitativo de riesgos.
- Planificar la respuesta a los riesgos.
- Implementar la respuesta a los riesgos.
- Monitorear los riesgos.

2.2.2. Procesos de gestión de riesgos

2.2.2.1. Planificar la gestión de riesgos

Es el proceso de definir cómo realizar las actividades de gestión de riesgos de un proyecto.

Se identifica los responsables de donde se obtendrá la información. Se establece el tiempo que demorará la gestión de los riesgos.

2.2.2.2. Identificación de riesgos

Es uno de los procesos más importantes ya que corresponde a encontrar los riesgos que afectan al proyecto, las fuentes y sus características. Su principal beneficio estará dado por la documentación correcta de los riesgos individuales asociados a su fuente. El proceso de identificación de riesgos busca mapear los

riesgos individuales y generales como todas las fuentes de riesgo (PMI, 2017).

El registro de los riesgos debe darse en un formato práctico para que quede claro el concepto que se quiere dar a cada uno de ellos. Se debe nombrar una fuente a cada riesgo de forma nominal y estos serán verificados durante los procesos siguientes (PMI, 2017).

Las herramientas principales empleadas en el proceso son:

2.2.2.2.1. Recopilación de datos

- Tormenta de ideas.
- Lista de verificación.
- Entrevistas.
- Análisis de causa-raíz.
- Análisis FODA.

Provías Descentralizado en los Inventarios de Condición Vial establece fichas que se utilizan para identificar el estado de la vía y el tipo de intervención en carreteras vecinales y carreteras departamentales. Las fichas son:

Tipología. Se describe el kilometraje, longitud, relieve, drenaje, calzada, vegetación, nivel de servicio, para obtener como resultado final la tipología. La tipología se determina por la siguiente fórmula:

Tabla 1

Fórmula para determinar la tipología de la vía departamental

FÓRMULA	VALOR	TIPO
	≤ 1.5	I
$0.35 \times \text{FRE} + 0.40 \times \text{FDR} + 0.10 \times \text{FCA} + 0.15 \times \text{FVE}$	$> 1.5 \leq 2$	II
	> 2	III

Componentes del factor relieve (FRE). Estudia la pendiente, altitud, altura de talud, tipo de material y estabilidad del talud según progresivas.

Componentes del factor drenaje (FDR). Estudia las obras de drenaje existentes en la vía departamental, también estudia la precipitación en mm por año.

Componentes del factor calzada (FCA). Estudia el ancho de calzada a lo

largo de la vía departamental, según progresivas.

Componentes del factor vegetación (FVE). Estudia el área de roce a lo largo de la vía departamental, según progresivas.

Ficha técnica del camino vecinal. Registra datos del responsable quien realiza la identificación de riesgos, registra datos del camino vecinal o departamental, ubicación política administrativa, datos del SINAC Clasificador de rutas vigente, ubicación geográfica (descripción, progresivas de inicio y fin, coordenadas UTM-WGS84.

Ficha de itinerario del camino departamental. Se describe el hito kilométrico, señal preventiva, señal informativa, obras de arte, obras de drenaje, pontones. Se identifica las progresivas, dimensiones del elemento, coordenadas UTM.

Ficha técnica de ubicación y panel fotográfico. Se coloca el mapa de ubicación, plano de ubicación, fotografía inicial y final del tramo.

Ficha técnica de daños en el camino departamental. Se identifica el ancho de vía, progresivas, tipo de daño (erosión, deformación, encalaminado, baches, lodazal, cruce de agua), nivel de gravedad (sin deterioro, leve, moderado, severo), número de baches, ancho del deterioro, longitud del deterioro.

Tabla 2

Código del daño según tipo y nivel de gravedad

Descripción	Código del daño
Tipo de daño	1. Deformación
	2. Erosión
	3. Baches o Huecos
	4. Encalaminado
	5. Lodazal
	6. Cruce de Agua
Nivel de gravedad	0. Sin Deterioro
	1. Leve
	2. Moderada
	3. Severa

Ficha técnica de calificación para cada tipo de falla. Se registra el código de daño, deterioro o falla (deformación, erosión, baches, encalaminado, lodazal, cruce de agua), gravedad, área, número, longitud de deterioro, porcentaje de extensión del deterioro, puntaje de condición según extensión de cada tipo de deterioro o falla, puntaje de condición resultante por cada tipo de deterioro o falla.

Para determinar el porcentaje de extensión del deterioro (Dij) se utilizan las siguientes fórmulas:

$$A_{ij} = (\text{Área del Deterioro} \times \text{Longitud del Deterioro}) \text{ m}^2$$

$$A_s = \text{Área de la Sección Evaluada (m)}$$

$$D_{ij} = (A_{ij}/A_s) \times 100$$

En el deterioro o falla Deformación, Erosión, Encalaminado y Cruce de Agua la extensión promedio ponderado (EP) se calcula con la siguiente fórmula:

$$EP = \frac{\sum D_{ij} \times A_{ij}}{\sum A_{ij}}$$

En el puntaje de condición según extensión, para el deterioro o falla Deformación, Erosión y Encalaminado, se consideran los siguientes niveles:

0: Sin deterioro o sin fallas

1: Leve

2: Moderado

3: Severo

Para el nivel 1, el EP es menor a 10%. El valor se obtiene de la siguiente fórmula: $EP \times 2$.

Para el nivel 2, el EP se encuentra entre 10% y 30%. El valor se obtiene de la siguiente fórmula: $EP \times 4 - 20$

Para el nivel 3, el EP es mayor a 30%. El valor para este nivel es 100.

En el deterioro bache el EP es la suma de cada gravedad identificada. En el puntaje de condición según extensión, para este tipo de deterioro, se consideran los siguientes niveles:

0: Sin deterioro

1: Leve

2: Moderado

3: Severo

Para el nivel 1, el EP es menor a 10 baches. El valor se obtiene de la siguiente fórmula: $EP \times 2$.

Para el nivel 2, el EP se encuentra entre 10 y 20 baches. El valor se obtiene de la siguiente fórmula: $EP \times 8 - 60$

Para el nivel 3, el EP es mayor a 20 baches. El valor para este nivel es 100.

El puntaje de condición resultante para el deterioro o falla Deformación, Erosión, Encalaminado y bache se obtiene sumando el puntaje de condición según extensión de cada tipo de deterioro o falla.

El puntaje de condición resultante para la falla cruce de agua es igual a la extensión promedio ponderado EP, siempre que EP sea menor a 10.

2.2.2.2. Registro de riesgos

Plasma los detalles de riesgos hallados en el proceso de identificación para realizar los análisis cualitativo y cuantitativo del riesgo (PMI, 2017).

El documento debe contener por lo menos los siguientes puntos:

- Lista de riesgos.
- Fuentes del riesgo.
- Lista de respuesta potencial.

Se documentan los riesgos de manera independiente para cada objetivo, para un posterior análisis en las etapas posteriores.

2.2.2.3. Análisis cualitativo de riesgos

Con el análisis cualitativo se busca la identificación de los riesgos priorizados usando la causa raíz, su probabilidad de ocurrencia, frecuencia, derivación, impacto costo, impacto tiempo, nivel del riesgo; estas evaluaciones, son realizadas de manera subjetiva en base a la percepción del riesgo por el equipo de proyecto, por ende, la eficacia del proceso estará en una buena identificación y la gestión del equipo de proyecto.

Este proceso debe establecer las prioridades de los riesgos individuales para planificar su respuesta. Se debe además asignar a cada riesgo la causa raíz. El análisis cualitativo también establece la base para el siguiente proceso: el análisis

cuantitativo del riesgo. El proceso se debe realizar de manera regular durante toda la vida útil del proyecto tan frecuente como se determine en el plan (PMI, 2017).

2.2.2.3.1. Análisis de datos

El PMI (2017) nos brinda las siguientes herramientas para análisis de datos:

- Evaluación de la calidad de datos.
- Evaluación de costo, tiempo.
- Evaluación de probabilidad-impacto.
- Evaluación de nivel del riesgo.

2.2.2.3.2. Categorización del riesgo

Para la categorización el PMI (2017) brinda la herramienta de “Estructura de Desglose del Trabajo” (WBS) por cada riesgo que tiene el proyecto.

Se realiza la priorización de los riesgos con base en la probabilidad de ocurrencia y en el impacto sobre los objetivos. Se utiliza una matriz de probabilidad e impacto. Posteriormente se ordena el listado de los riesgos identificados con base al puntaje obtenido de la valoración según la guía del PMBOK edición 7.

2.2.2.3.3. Nivel del riesgo

Se realiza la calificación del riesgo para determinar el nivel del riesgo. La calificación del riesgo se calcula multiplicando la probabilidad por el impacto.

$$R = P \times I$$

Donde:

R: Calificación del riesgo

P: Probabilidad

I: Impacto

Tabla 3

Nivel de probabilidad del riesgo y la frecuencia de ocurrencia

Escala	Probabilidad	Frecuencia
Muy alto	90%	En los últimos 5 años, inoperatividad anual.
Alto	70%	En los últimos 5 años, tres veces inoperativo.
Moderado	50%	En los últimos 5 años, dos veces inoperativo.
Bajo	30%	En los últimos 5 años, una vez inoperativo.
Muy bajo	10%	En los últimos 5 años, siempre estuvo operativo

Nota: Adaptado de Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos Guía del PMBOK, Séptima edición, 2021.

Tabla 4

Nivel de impacto del riesgo según tiempo y costo

Escala	Impacto	Tiempo	Costo
Muy alto	80%	> 9 meses	> 6 millones \$
Alto	50%	3 – 9 meses	\$ 1.2 a \$ 6 millones
Moderado	35%	1 – 4 meses	\$ 701 mil a \$ 1.2 millones
Bajo	15%	1 – 6 semanas	\$ 200 mil a \$ 700 mil
Muy bajo	5%	2 semanas	< \$ 200 mil
Nulo	0%	No altera	No presenta

Nota: Adaptado de Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos Guía del PMBOK, Séptima edición, 2021.

Tabla 5

Probabilidad e impacto del riesgo

Probabilidad de ocurrencia	Muy alto	0.90	0.000	0.045	0.135	0.315	0.450	0.720
	Alto	0.70	0.000	0.035	0.105	0.245	0.350	0.560
	Moderado	0.50	0.000	0.025	0.075	0.175	0.250	0.400
	Bajo	0.30	0.000	0.015	0.045	0.105	0.150	0.240
	Muy bajo	0.10	0.000	0.005	0.015	0.035	0.050	0.080
Impacto en la Red Vial CA-112			0.00	0.05	0.15	0.35	0.50	0.80
			Nulo	Muy bajo	Bajo	Moderado	Alto	Muy Alto
Prioridad del Riesgo						Baja	Moderada	Alta

Nota: Adaptado de Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos Guía del PMBOK, Séptima edición, 2021.

- Riesgo alto : de 24 % a más
- Riesgo moderado : entre 8% a 14%
- Riesgo bajo : menores al 5%

2.2.2.4. Análisis cuantitativo de riesgos

Es procesar numéricamente los efectos combinados de los riesgos individuales. Su principal ventaja es que brinda una cuantificación de la exposición al riesgo general para el proyecto y también brinda información para continuar con los siguientes procesos (PMI, 2017).

Para poder ejecutar el análisis cuantitativo es necesario contar con datos confiables y de alta calidad sobre los riesgos. Este proceso solo evalúa los riesgos que luego del análisis cualitativo han resultado con un potencial de riesgo significativo para afectar los objetivos del proyecto (PMI, 2017).

Las principales herramientas para procesar los datos en el análisis cuantitativo según el PMI (2017) son:

2.2.2.4.1. Análisis de datos

- Simulación, este proceso utiliza modelos que simulan los efectos combinados de todos los riesgos individuales y añade más fuentes de incertidumbre a fin de evaluar a nivel general el proyecto. Para esto se utilizan herramientas informáticas como el Risk y ArcGis 10.5 (PMI, 2017).
- Análisis de sensibilidad, herramienta que correlaciona las variaciones con los resultados del proyecto en un modelo cuantitativo. El PMBOK edición 7 propone el uso del “diagrama de tornado” y el uso del diagrama PERT, el cual representará un coeficiente de correlación con la duración del proyecto.
- Diagramas de influencias, son herramientas gráficas para la toma de decisiones basadas en la incertidumbre. Se utiliza la simulación de Monte Carlo (PMI, 2017).

2.2.2.4.2. Evaluación de la exposición al riesgo

El riesgo general evalúa los riesgos individuales y está dado por la posibilidad de éxito del proyecto según la probabilidad del logro de objetivos (PMI, 2017).

2.2.2.4.3. Análisis probabilístico del proyecto

El PMI (2017) cita las salidas claves del proceso:

- Cantidad reservada para contingencias.

- Identificar riesgos individuales.
- Condiciones del riesgo general del proyecto.

2.2.2.4.4. Lista priorizada de riesgo

Son los riesgos priorizados de acuerdo a los indicadores y criterio que demuestren su probabilidad y su incidencia.

2.2.2.4.5. Representaciones de la incertidumbre

En el caso de tener costos inciertos para el proyecto, es preferible trabajar con un modelo que represente la incertidumbre (PMI, 2017).

Los modelos normalmente toman formas como triangular, logarítmica, uniformes o discretas, modelos informáticos como el software @Risk y el ArcGis, seleccionan de acuerdo al tipo de simulación la forma que tomará el modelo y que sesgará de manera adecuada el riesgo.

2.2.2.5. Planificar la respuesta a los riesgos

Es el proceso de desarrollar opciones, seleccionar estrategias y acordar acciones para abordar la exposición al riesgo del proyecto en general, así como para tratar los riesgos individuales del proyecto (PMI, 2017).

Plantea respuestas que busca reducir amenazas individuales y globales, maximizando oportunidades para reducir la exposición al riesgo general (PMI, 2017).

2.2.2.5.1. Estrategias para el riesgo general

Se describen cinco estrategias fundamentales como alternativas para la respuesta a los riesgos (PMI, 2017)

- **Evitar.** Es cuando el equipo de proyecto actúa para eliminar la amenaza o proteger al proyecto de su impacto.
- **Escalar.** Cuando el equipo de proyecto está de acuerdo en que una amenaza se encuentra fuera del alcance del proyecto o que la respuesta propuesta excedería la autoridad del director del proyecto.
- **Transferir.** Es el cambio de titularidad de una amenaza a un tercero para que maneje el riesgo y para que soporte el impacto si se produce la

amenaza.

- **Mitigar.** Se adquieren medidas para reducir la probabilidad de ocurrencia y/o el impacto de una amenaza. Las acciones de mitigación tempranas son a menudo más efectivas que tratar de reparar el daño después de que se ha producido la amenaza.
- **Aceptar.** Reconoce la existencia de una amenaza, pero no se planifican medidas proactivas. La aceptación activa de un riesgo puede incluir el desarrollo de un plan de contingencia que se activaría si se produjera el evento; o puede incluir la aceptación pasiva, lo que significa no hacer nada.

2.2.2.6. Implementar la respuesta a los riesgos

Proceso que busca implementar las respuestas propuestas en el proceso anterior; este proceso busca asegurar que las respuestas se cumplan en el proyecto con un adecuado plan de implementación (PMI, 2017).

2.2.2.7. Monitorear los riesgos

Es el proceso de monitorear la implementación de los planes acordados de respuesta a los riesgos, hacer seguimiento a los riesgos identificados, identificar y analizar nuevos riesgos y evaluar la efectividad del proceso de gestión de los riesgos a lo largo del proyecto.

2.2.3. Plan de gestión de riesgos

El PMI (2017) sostiene que el plan de gestión de riesgos es un componente del plan para la dirección del proyecto que describe el modo en que se estructurarán y se llevarán a cabo las actividades de gestión de riesgos.

El plan de gestión de riesgos puede incluir algunos o todos de los siguientes elementos (PMI, 2017):

- a. Estrategia de riesgos.** Describe el enfoque general para la gestión de riesgos en este proyecto.
- b. Metodología.** Define los enfoques, las herramientas y las fuentes de datos específicos que se utilizarán para llevar a cabo la gestión de riesgos en el proyecto.

- c. **Roles y responsabilidades.** Define el líder, el apoyo y los miembros del equipo de gestión de riesgos para cada tipo de actividad descrita en el plan de gestión de riesgos, y explica sus responsabilidades.
- d. **Financiamiento.** Identifica los fondos necesarios para realizar actividades relacionadas con la gestión de riesgos del proyecto. Establece protocolos para la aplicación de las reservas de contingencia y de gestión.
- e. **Calendario.** Define cuándo y con qué frecuencia se llevarán a cabo los procesos de gestión de riesgos del proyecto a lo largo del ciclo de vida del proyecto, y establece las actividades de gestión de riesgos a incluir en el cronograma del proyecto.
- f. **Categorías de riesgo.** Proporciona un medio para agrupar los riesgos individuales de cada proyecto. Una forma común de estructurar las categorías de riesgo es por medio de una estructura de desglose de los riesgos (WBS). Una WBS ayuda al equipo del proyecto a tener en cuenta toda la gama de fuentes a partir de las cuales pueden derivarse los riesgos individuales del proyecto.

2.2.4. Estructura de Desglose del Trabajo o WBS

Su nomenclatura en inglés es Work Breakdown Structure o WBS, es parte del Project Management Institute (PMI), herramienta para Planificar y Controlar Proyectos, para organizar y determinar el alcance del proyecto.

La técnica WBS mejora el alcance del proyecto al dividirlo en partes menores, así se mejora la identificación de tareas críticas.

La subdivisión se hace hasta obtener detalles para respaldar el desarrollo de actividades: planificación, ejecución, control y cierre (Alcívar, 2016).

Alcívar (2016) indica que las ventajas de la técnica WBS son:

- Mejora la comprensión de trabajos a realizar.
- Se minimiza las omisiones.
- Facilita la identificación de tablas globales.
- Mejora la forma de asignación de responsabilidades.

- Buena herramienta de comunicaciones.
- Facilita la construcción de Cronogramas.

Los errores más comunes de la técnica WBS son:

- Utilizarlo como check list.
- Organizar la técnica WBS según la estructura Organizacional.
- Organizar la técnica WBS solo, según las fases del Proyecto.
- Falta de trazabilidad de la técnica WBS.
- No prever acciones de soporte.
- No actualizar la técnica WBS a lo largo de la implementación del proyecto.

2.2.5. Método Delphi

Es una técnica cualitativa de recolección de información donde se obtiene la opinión de un grupo de expertos a través de la consulta reiterada. Utiliza información que proviene de la experiencia y de los conocimientos de los participantes de un grupo integrado por expertos.

El método Delphi se utiliza en los siguientes casos (Reguant y Torrado, 2016):

- La información es insuficiente o inexistente
- El problema se presta para la exploración mediante juicios subjetivos sobre bases colectivas.
- Los encuentros presenciales periódicos del grupo resultan muy costosos en tiempo o dinero.
- Se requiere un perfil de grupo heterogéneo y se intuye que esta diferencia puede ocasionar liderazgos dentro del grupo, que produzcan sesgos.
- Esta técnica resulta idónea, cuando se requiere el anonimato de los participantes que están dispersos geográficamente.

2.2.5.1. Características

Las características que presenta el método Delphi son:

- a. **Proceso iterativo.** Los participantes emiten su opinión en varias oportunidades. Entre una y otra consulta tienen la ocasión de reflexionar tanto acerca de sus propias opiniones como de las emitidas por el resto de expertos. Para las consultas se utiliza un cuestionario muy formal y estructurado.
- b. **Anonimato.** Una de las diferencias que existen con el resto de las técnicas de consulta grupal es el anonimato de las respuestas, es más, los expertos pueden conocerse, pero no identifican lo que dice cada uno de ellos. De esta característica proviene una de sus mayores ventajas, ya que no hay posibilidades de sesgo derivados del prestigio o liderazgo de algún miembro del grupo. Las opiniones emitidas se basan únicamente en las ideas contenidas en la consulta.
- c. **Feedback controlado.** El investigador o grupo de investigación es el que analiza las respuestas recibidas y produce la nueva consulta, de modo que pone el énfasis que se requiere de acuerdo con los objetivos de su trabajo, asegurándose siempre de que aparezcan representadas todas las opiniones dadas por los expertos. Se destacan aportaciones significativas, acuerdos explícitos entre las opiniones, posturas divergentes y cualquier otra información de interés. La retroalimentación de cada ronda puede incluir una selección de información textual de las respuestas.
- d. **Respuesta estadística del grupo.** Suele incluirse la solicitud de estimaciones al grupo de expertos, y aun en los casos en los que no se pide en la primera ronda, se procesa la información incluyendo frecuencias y medidas de tendencia central, así como valores de dispersión de las respuestas individuales, en las rondas subsiguientes. Además, la retroalimentación de cada ronda es en forma de información estadística.

2.2.5.2. Proceso

El proceso se sintetiza en 4 fases que son las siguientes:

- a. **Fase 1 de definición:** A partir del problema de investigación acotado, se debe formular el objetivo de la consulta, identificar las dimensiones que

deben explorarse e identificar posibles fuentes de información.

- b. Fase 2 de conformación del grupo de informantes:** Cabe determinar el perfil de los participantes y su ubicación, elaborar el protocolo de selección grupo –que dispongan de información representativa, tiempo e interés– y aproximación, contactar con los integrantes potenciales, elegir, invitar y conseguir su compromiso de colaboración. El tamaño suele oscilar entre 6-30 en función del problema, aunque no es un condicionante. Tiene que primar siempre la calidad frente a la cantidad.
- c. Fase 3 de ejecución de las rondas de consulta:** Hay que elaborar el cuestionario inicial, analizar la información y elaborar la siguiente ronda de feedback y consulta, tantas veces como sea necesario para producir el consenso/disenso que responda a los objetivos del estudio. Se deberán categorizar y ordenar las respuestas en función del grado de acuerdo. El resultado será el punto de partida para las opiniones posteriores. En el caso de que el experto difiera de la opinión general se deberá invitar a razonar sus respuestas.
- d. Fase 4 de resultados:** Se ha de analizar la información de la última ronda y elaborar el informe de devolución final. El investigador podrá calcular el nivel de consenso para cada punto concreto, recoger las razones principales de disenso y, finalmente, calcular el nivel de importancia.

2.2.6. Riesgo de Desastres con ArcGis

2.2.6.1. Definición

El software ArcGis es un completo sistema de información geográfica, ofrece una serie de herramientas estadísticas aplicables para el análisis de datos, incluidas estadísticas básicas descriptivas. Extrae información de datos geoespaciales que podrían no ser evidentes simplemente mirando un mapa.

Está basada en el geoprocésamiento GIS, utiliza el flujo de trabajo para el cálculo de la vulnerabilidad, peligro y el mapeo de riesgos, con lo que se adquiere los mapas de riesgo de un determinado lugar (Zhao *et al.*, 2021).

2.2.6.2. Características

La evaluación y el análisis de riesgos regionales se refieren a la condición geográfica natural de las áreas urbanas y rurales, lo que indica su naturaleza de cálculo geoespacial. Por lo tanto, el Sistema de Información Geográfica (SIG), con sus capacidades de visualización, análisis y mapeo de datos geoespaciales, se considera una solución efectiva para la gestión de riesgos urbanos y rurales.

En los últimos años ya se ha demostrado con éxito que la tecnología de geoprocésamiento ArcGis resuelve diversos problemas geoespaciales, inclusive se combina con herramientas cuantitativas como herramienta complementaria.

2.2.6.3. Proceso

Para determinar los riesgos en el software ArcGis se tienen los siguientes procesos:

- a. **Identificación de peligros.** Se determina el nivel de peligrosidad con la caracterización del peligro. Se identifica el factor desencadenante (magnitud de momento) y los factores condicionantes, para elaborar la matriz de comparación de pares y la matriz de normalización.
- b. **Análisis de vulnerabilidades.** Se evalúan los elementos expuestos respecto al ámbito de estudio, de la siguiente manera:
 - Vulnerabilidad social: Exposición, fragilidad, resiliencia.
 - Vulnerabilidad económica: Fragilidad, resiliencia.

Con la identificación de peligros y el análisis de vulnerabilidad se determina la zona de influencia del riesgo y el nivel de aceptabilidad y tolerancia.

2.2.7. Probabilidad de ocurrencia del riesgo e impacto económico con @Risk edición 8

@Risk edición 8 es una herramienta para generar una amplia gama de posibles resultados y sus probabilidades relativas, con lo cual se tome las mejores decisiones posibles. Es un soporte de Excel que utiliza la simulación de Monte Carlo.

2.2.7.1. Simulación Monte Carlo

La simulación de Monte Carlo es una técnica que produce información y conocimientos a partir de un modelo y sus supuestos. Se comienza reemplazando los supuestos fijos del modelo de Excel por distribuciones de probabilidad (también llamadas "entradas") que describen la incertidumbre en torno a cada uno de esos supuestos. Luego se marcan una o más celdas, llamadas "salidas", como cosas que se quieren analizar (Palisade, 2020).

Durante una simulación, @Risk edición 8 muestrea aleatoriamente todas las distribuciones de entrada y recalcula la hoja de cálculo repetidamente, haciendo un seguimiento de los valores de salida resultantes. Cada recálculo separado es una iteración en este proceso. Una sola iteración representa un posible conjunto futuro de circunstancias en el modelo (Palisade, 2020).

Toda la simulación se compone de muchas de estas iteraciones, desde decenas de miles hasta millones o más, dependiendo de su aplicación específica. Como el muestreo es aleatorio, los rangos de entrada y las combinaciones de entradas que se producen comúnmente aparecen con mayor frecuencia en los datos de la simulación. Del mismo modo, los escenarios más raros serán menos probables. Los datos de la simulación para cada salida se aproximarán entonces razonablemente a las muestras de la distribución de salida. Se pueden hacer inferencias estadísticas y gráficas con una confianza razonable (Palisade, 2020).

2.2.7.2. Resultados de la simulación en @Risk edición 8

Luego de ejecutar una simulación en @Risk edición 8, los resultados se presentan como gráficos informativos, tablas de estadísticos clave, reportes estándar.

2.2.7.3. Decisiones informadas con @Risk edición 8

Los informes de @Risk edición 8 muestran resultados que facilitan la toma de decisiones ante los riesgos identificados. @Risk edición 8 utiliza el análisis de sensibilidad como gráficos de regresión y correlación de tornados para determinar probabilidades, alcanzar objetivos, describir diversos resultados futuros que muestran un modelo (como la media o la desviación estándar de un resultado).

Los resultados generados por @Risk edición 8 optimizan los resultados para la organización de un proyecto y se calculan directamente a partir del conjunto de datos de la simulación. Por ejemplo, si se ejecuta una simulación con 100,000

iteraciones y 62,400 de ellas tienen unos ingresos del primer año superiores a 1 millón de dólares, @Risk edición 8 reporta un 62.4% de probabilidad de conseguir al menos esa cantidad (Palisade, 2020).

2.2.7.4. Importancia de @Risk edición 8

@Risk edición 8 permite ajustar las funciones de probabilidad a conjuntos de datos históricos. Estos datos suelen ser un indicador razonable de la distribución de los resultados futuros de la entrada, tanto en términos de la forma general como de las estimaciones de los parámetros. También puede incluir algún juicio personal sobre las características de la función de probabilidad, devolviéndole una lista clasificada de las distribuciones ajustadas para que pueda elegir entre ellas.

@Risk edición 8 ofrece acceso a muchas funciones de probabilidad, tanto comunes como exóticas, que se pueden parametrizar usando técnicas estándar de estimación de 3 puntos (así como algunas estimaciones de 2 y 4 puntos). Así mismo hay distribuciones que utilizan parámetros como mínimo y máximo. Esto permite que la simulación sea eficaz con un número razonable de iteraciones.

Luego de la simulación para la interpretación de resultados, @Risk edición 8 ofrece una visión general de todas las entradas, salidas, correlaciones y funciones estadísticas del modelo.

2.2.8. Red Vial departamental CA-112, Trayectoria Emp. PE-3N (Cajabamba) - Higosbamba - Colcas - Emp. CA-111 (Dv. Colcas)

La Red Vial departamental CA-112 es una carretera no pavimentada, con trayectoria Emp. PE-3N (Cajabamba) - Higosbamba - Colcas - Emp. CA-111 (Dv. Colcas), según el Clasificador de Rutas del Sistema Nacional de Carreteras (SINAC) de la Dirección General de Caminos y Ferrocarriles (DGCF) – MTC del año 2016.

La vía departamental tiene como tramo la ruta Cajabamba - Colcas, la trayectoria inicia en el empalme con la vía nacional PE-3N y pasa por las localidades de Churucana, Higosbamba, Hichabamba, Huayllabamba y Colcas. La vía es la interconexión entre el distrito de Cajabamba con el distrito de Cachachi.

Políticamente la Red Vial CA-112 Tramo: Cajabamba - Colcas se encuentra en el departamento de Cajamarca, provincia de Cajabamba, distrito de Cajabamba.

2.3. Definición de términos básicos

Desastres naturales. Son eventos adversos resultantes de procesos naturales e incluyen eventos geofísicos, meteorológicos, hidrológicos y climatológicos (como deslizamientos de tierra, huracanes, inundaciones, aumento del nivel del mar e incendios) (Borges *et al.*, 2020).

Evaluación de riesgos. Es el proceso de estimar la probabilidad de que ocurra un evento (deseable o indeseable) y su impacto (Barghi y Shadrokh, 2020).

Gestión de riesgos. Es el uso sistemático de políticas, procedimientos y procesos de gestión relacionados con las actividades de análisis, evaluación y control de riesgos (Barghi y Shadrokh, 2020).

Impacto. Es el conjunto de consecuencias que origina un riesgo si llegara a presentarse (Álvarez, 2020).

PMBOK. Project Management Body of Knowledge por sus siglas en inglés, es la Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos en el que se presentan estándares, pautas y normas para la gestión de proyectos (Pasco, 2018).

Probabilidad. Es la posibilidad de que ocurra un riesgo, tomando en cuenta los controles actuales y su efectividad (Álvarez, 2020).

Riesgo. Evento o circunstancia incierta, que tiene como resultado un impacto negativo o positivo en el objetivo de un proyecto (Mohamed *et al.*, 2018).

Sistemas de Información Geográfica (SIG). Herramienta esencial y poderosa para reducir o eliminar el sesgo, en el análisis y la percepción en la gestión de riesgos (Borges *et al.*, 2020).

CAPITULO III

PLANTEAMIENTO DE LA (S) HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1. Hipótesis

3.1.1. Hipótesis general

- La gestión de riesgos bajo el enfoque del PMBOK en la Red Vial CA-112 Tramo: Cajabamba - Colcas, influirá en reducir la vulnerabilidad en menos del 50%.

3.2. Variables / categorías

3.2.1. Variable 1

- Gestión de riesgos.

3.2.2. Variable 2

- Vulnerabilidad

3.3. Operacionalización / categorización de los componentes de las hipótesis

Tabla 6

Operacionalización / categorización de los componentes de las hipótesis

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicador	Categorías
Variable 1: <i>Gestión de riesgos.</i>	<i>Gestión de riesgos.</i> Es el uso sistemático de políticas, procedimientos y procesos de gestión relacionados con las actividades de análisis, evaluación y control de riesgos (Barghi y Shadrokh, 2020).	Determinar una metodología que involucre el uso de los estándares de la guía del PMBOK edición 7, para planificar, identificar, cuantificar y dar seguimiento y control a los riesgos.	Identificación de riesgos	Registro de riesgos.
			Análisis cualitativo	Informe de riesgos.
			Análisis cuantitativo	Reporte de riesgos.
			Respuesta a los riesgos	Plan de emergencia.
Variable 2: <i>Vulnerabilidad.</i>	<i>Vulnerabilidad.</i> Es la probabilidad de ocurrencia de daños dado que se ha presentado un peligro. (Pasco, 2018).	Determinar el nivel de daño a través de un conjunto de procedimientos de una metodología para tomar decisiones, con el cual se reduzcan o prevengan estos daños.	Exposición	Cercanía a la fuente de peligro.
			Fragilidad	Tipo de material de la infraestructura vial, normas viales, etc.
			Resiliencia	Vía alterna. Plan de contingencia. Capacidad de respuesta. Procedimiento de atención, etc.

CAPITULO IV

MARCO METODOLÓGICO

4.1. Ubicación geográfica

4.1.1. Ubicación

Políticamente la investigación se desarrollará en:

- Departamento : Cajamarca
- Provincia : Cajabamba
- Distrito : Cajabamba
- Caseríos: Hichabamba, Higosbamba, Huayllabamba y Churucana

La unidad de estudio es la vía departamental con código de ruta CA-112, longitud de 12.000 Km. Como se puede ver en la Figura 2, la trayectoria de la Red Vial CA-112 Tramo: Cajabamba – Colcas inicia en el empalme con la vía nacional PE-3N, pasa por las localidades de Churucana, Higosbamba, Hichabamba, Huayllabamba, Colcas y finaliza en el empalme con la vía departamental CA-111. La vía es la interconexión entre el distrito de Cajabamba con el distrito de Cachachi.

Geográficamente la vía presenta las siguientes características:

Punto inicial:

Coordenadas UTM : 825443.00 m, 9157181.00 m
Zona : 17 M
Región natural : Sierra
Altitud : 2650 m.s.n.m.

Punto final:

Coordenadas UTM : 817754.00 m, 9154984.00 m
Zona : 17 M
Región natural : Sierra
Altitud : 2165 m.s.n.m.

Figura 1
Ubicación geográfica de la investigación.



Figura 2

Ubicación geográfica de la Red Vial CA-112 Tramo: Cajabamba - Colcas



Nota. En el mapa se visualiza la trayectoria y las coordenadas UTM del punto inicial y final de la Red Vial CA-112 Tramo: Cajabamba – Colcas.

4.1.2. Clima

El clima en la Red Vial CA-112 Tramo: Cajabamba – Colcas es templado y seco. La temporada templada es entre los meses de octubre a febrero con una temperatura máxima promedio de 17 °C, la temporada de invierno se da entre los meses de junio a agosto con una temperatura mínima de 4 °C. Las precipitaciones se dan entre los meses de septiembre a mayo con una precipitación acumulada total promedio de 47mm.

4.1.3. Geología

La Red Vial CA-112 Tramo: Cajabamba – Colcas se encuentra dentro de la formación Cajabamba, caracterizada por clastos de arenisca y calizas en una matriz calcárea (Zavaleta, 2019).

Figura 3

Clastos de arenisca en matriz calcárea.



Nota. Tomado de Informe Geológico (p.1), por Zavaleta, 2019.

Formación Cajabamba

La formación Cajabamba consiste en intercalaciones de areniscas gruesas y conglomerados de clastos redondeados a sub-redondeados, con diámetros de entre 20 cm a 40 cm, la matriz que sostiene los clastos es principalmente calcárea, en la zona de estudio la formación no se encuentra plegada, pero si esta inclinada de entre 5° a 10° con dirección Este (Zavaleta, 2019).

Históricamente esta formación ha sido afectada por reactivaciones de deslizamientos preexistentes, el caso más reciente se suscitó tras el movimiento

sísmico de 1970, que genero aperturas y grietas en los caseríos aledaños a la zona afectada (Zavaleta, 2019).

4.2. Diseño de la investigación

El diseño de la investigación que se adoptó es no experimental, porque se realizó la recolección de datos, exploración y descripción de la unidad de análisis.

Para la gestión de riesgos bajo el enfoque del PMBOK edición 7 en la Red Vial CA-112 Tramo: Cajabamba - Colcas se realizó el siguiente procedimiento:

1. Se elaboró la metodología de gestión de riesgos, mediante la adaptación de los estándares del PMBOK edición 7 para emplearlo en la Red Vial CA-112 Tramo: Cajabamba - Colcas, importante para el análisis y validación de la metodología.
2. Se identificaron los riesgos, teniendo como base la información proporcionada por INGEMMET, INDECI, IGP, MPC y GRC; además se realizó la recolección de información en campo. Se utilizó las fichas del MTC (Provias Descentralizado) conjuntamente con la guía del PMBOK edición 7.
3. Se analizó cualitativamente los riesgos con la recolección de datos y las fichas ejecutadas en la identificación de los riesgos. Se utilizó en este paso, la Estructura de Desglose del Trabajo (WBS) y la técnica Delphi. Con estos datos se priorizó los riesgos según categorías.
4. Se analizó cuantitativamente los riesgos utilizando el software ArcGIS 10.5 para delimitar la zona de riesgo en la Red Vial CA-112 Tramo: Cajabamba – Colcas, para luego procesar la información en el software @ Risk edición 8 que se fundamenta y utiliza la Simulación de Monte Carlo y el Análisis de Sensibilidad.
5. Se determinó la probabilidad de ocurrencia del riesgo según la incidencia de los riesgos analizados cuantitativamente y se calculó el impacto económico, con lo cual se determinó en qué porcentaje se reduce la vulnerabilidad.
6. Se elaboró el plan de respuesta a los riesgos priorizados y se generó las acciones necesarias para evitar, escalar, transferir, mitigar o aceptar los riesgos.

4.3. Tipo de investigación

4.3.1. Cualitativo y cuantitativo

La presente investigación es cualitativa porque se recolectó la información en campo y en las entidades competentes, luego se analizó estos datos para priorizar los riesgos. Además, la investigación es cuantitativa porque los datos numéricos obtenidos se han procesado en el @Risk edición 8, software estadístico para determinar el porcentaje de reducción de la vulnerabilidad.

4.3.2. Descriptivo

Se realizó la observación del objeto de estudio, los procesos resultantes del análisis de riesgos se plasmaron en informes detallados de los eventos ocurridos. La información generada se tradujo a matrices y tablas, lo que permitió realizar análisis estadístico de los mismos.

4.3.3. No experimental

En la presente investigación las variables identificadas no se han manipulado, no obstante, se realizó la observación de situaciones existentes y presentes en la Red Vial CA-112 Tramo: Cajabamba – Colcas.

4.3.4. Inductivo

El método lógico que se utilizó para el desarrollo de la investigación es el método inductivo, porque se determinó una metodología de gestión de riesgos para la Red Vial Departamental considerando los procesos estandarizados de la guía del PMBOK edición 7, tomando como muestra representativa, para el análisis y validación, la vía departamental Emp. PE-3N (Cajabamba) - Higosbamba - Colcas - Emp. CA-111 (Dv. Colcas), que permita hacer generalizaciones de la metodología.

4.4. Población, muestra, unidad de análisis y unidad de observación

4.4.1. Población

Red Vial CA-112, Cajabamba 2021.

4.4.2. Muestra

No probabilístico por conveniencia.

Tramo: Cajabamba – Colcas, desde la progresiva Km. 00+000 al Km. 12+000.

4.5. Unidad de análisis

Gestión de riesgos bajo el enfoque del PMBOK edición 7 en la Red Vial CA-112 Tramo: Cajabamba - Colcas.

4.4.3. Unidad de observación

Red Vial CA-112 Tramo: Cajabamba - Colcas, desde la progresiva Km. 00+000 al Km. 12+000.

4.6. Técnicas e instrumentos de recopilación de información

4.5.1. Técnicas

Técnica documental. Se recopiló la información y se realizó la investigación bibliográfica, aplicando los estándares del PMBOK edición 7.

Se utilizó la base proporcionada por INGEMMET, INDECI, IGP, MPC y el GRC.

Técnica de campo. Se realizó la observación de la unidad de análisis (inspección técnico - visual). Se utilizó fichas.

La técnica de campo se dividió en dos partes importantes:

- Primero, la determinación de los riesgos teniendo como factor a las vulnerabilidades que afectan la Red Vial CA-112 Tramo: Cajabamba - Colcas, para priorizar los más influyentes.
- Segundo, la identificación de zonas afectadas por eventos naturales.

Técnicas cualitativas. Se realizó la observación de campo e identificación de los riesgos que pueden afectar la Red Vial CA-112 Tramo: Cajabamba - Colcas. Así mismo, para categorizar los riesgos se utilizó: Estructura de Desglose del Trabajo (WBS) y la técnica Delphi.

Técnicas cuantitativas. Se realizó estudios causales comparativos retrospectivos y estudios causales comparativos prospectivos en base al software ArcGis 10.5 y software @Risk edición 8.

4.5.2. Instrumentos

Se utilizó fichas adaptadas del MTC (Provías Descentralizado) y tablas de la guía del PMBOK edición 7 para la evaluación del riesgo, teniendo como factor a la

vulnerabilidad en la Red Vial CA-112 Tramo: Cajabamba - Colcas.

4.7. Técnicas para el procesamiento y análisis de la información

4.6.1. Técnicas

En el análisis cualitativo se utilizó la estructura de desglose del trabajo y la técnica Delphi. En el análisis cuantitativo se utilizó el software ArcGIS 10.5 y software @Risk edición 8 que a su vez hace uso de la simulación de Monte Carlo y el análisis de sensibilidad.

Se desarrollaron fichas para los riesgos priorizados, se inició con la definición de la respuesta para cada riesgo y de esta forma generar las acciones necesarias para evitar, escalar, transferir, mitigar o aceptar los riesgos identificados.

4.8. Equipos, materiales, insumos

4.7.1. Equipos

- Estación total
- GPS - Sistema de Posicionamiento Global

4.7.2. Materiales

- Red Vial CA-112 Tramo: Cajabamba - Colcas.

4.9. Matriz de consistencia metodológica

Tabla 7

Matriz de consistencia metodológica

Título: Gestión de riesgos bajo el enfoque del PMBOK para reducir la vulnerabilidad en la Red Vial CA-112 Tramo: Cajabamba - Colcas, Departamento Cajamarca 2021.									
Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Indicadores	Categorías	Técnicas e instrumentos de recopilación de información	Técnicas para el procesamiento y análisis de la información	Metodología	Población, muestra, unidad de análisis y unidad de observación
¿Cómo influirá la gestión de riesgos bajo el enfoque del PMBOK para reducir la vulnerabilidad en la Red Vial CA-112 Tramo: Cajabamba - Colcas, Departamento Cajamarca 2021?	<p>Objetivo general</p> <ul style="list-style-type: none"> Determinar la influencia de la gestión de riesgos bajo el enfoque del PMBOK edición 7 para reducir la vulnerabilidad en la Red Vial CA-112 Tramo: Cajabamba - Colcas, Departamento Cajamarca. <p>Objetivos específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> Identificar los riesgos en la Red Vial CA-112 Tramo: Cajabamba - Colcas. Analizar cualitativa y cuantitativamente los riesgos priorizados en la Red Vial CA-112 Tramo: Cajabamba - Colcas. Elaborar un plan de mitigación y reducción de riesgos en la Red Vial CA-112 Tramo: Cajabamba - Colcas. 	<p>Hipótesis general</p> <ul style="list-style-type: none"> La gestión de riesgos bajo el enfoque del PMBOK en la Red Vial CA-112 Tramo: Cajabamba - Colcas, influirá en reducir la vulnerabilidad en menos del 50%. 	<p>Variable 1: Gestión de riesgos.</p>	Identificación de riesgos	Registro de riesgos.	<p>• Técnica documental. Se recopiló información y se realizó la investigación bibliográfica.</p> <p>• Técnica de campo. Se realizó la observación de la unidad de análisis. Se utilizó: estructura de desglose del trabajo (WBS), la técnica Delphi, fichas.</p> <p>• Técnicas cuantitativas. Se realizó estudios causales comparativos retrospectivos y estudios causales comparativos prospectivos.</p> <p>• Técnicas cualitativas. Se realizó la observación de campo e identificación de los riesgos.</p> <p>• Instrumentos. Se utilizó matrices y tablas establecidas en la guía del PMBOK edición 7.</p>	<p>Técnicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Software ArcGIS 10.5. Simulación Monte Carlo. Software @Risk edición 8 	<p>• Tipo de investigación</p> <ul style="list-style-type: none"> Cualitativo y cuantitativo. Descriptivo No experimental Inductivo <p>• Diseño de la investigación. No experimental.</p> <ul style="list-style-type: none"> Elaboración de la metodología de gestión de riesgos. Identificar y priorizar los riesgos. Análisis cualitativo de riesgos. Análisis cuantitativo de riesgos. Planificar la respuesta a los riesgos. 	<p>• Población. Red Vial CA-112, Cajabamba 2021.</p> <p>• Muestra. No probabilístico por conveniencia. Tramo: Cajabamba - Colcas, desde la progresiva Km. 00+000 al Km. 12+000.</p> <p>• Unidad de análisis. Gestión de riesgos bajo el enfoque del PMBOK edición 7 en la Red Vial CA-112 Tramo: Cajabamba - Colcas.</p> <p>• Unidad de observación. Red Vial CA-112 Tramo: Cajabamba - Colcas, desde la progresiva Km. 00+000 al Km. 12+000.</p>
				Análisis cualitativo	Informe de riesgos.				
				Análisis cuantitativo	Reporte de riesgos.				
			Respuesta a los riesgos	Plan de emergencia.					
			Exposición	Cercanía a la fuente de peligro.					
			Fragilidad	Tipo de material de la infraestructura vial, normas viales, etc.					
Resiliencia	Vía alterna. Plan de contingencia. Capacidad de respuesta. Procedimiento de atención, etc.								
			<p>Variable 2: Vulnerabilidad.</p>						

CAPITULO V

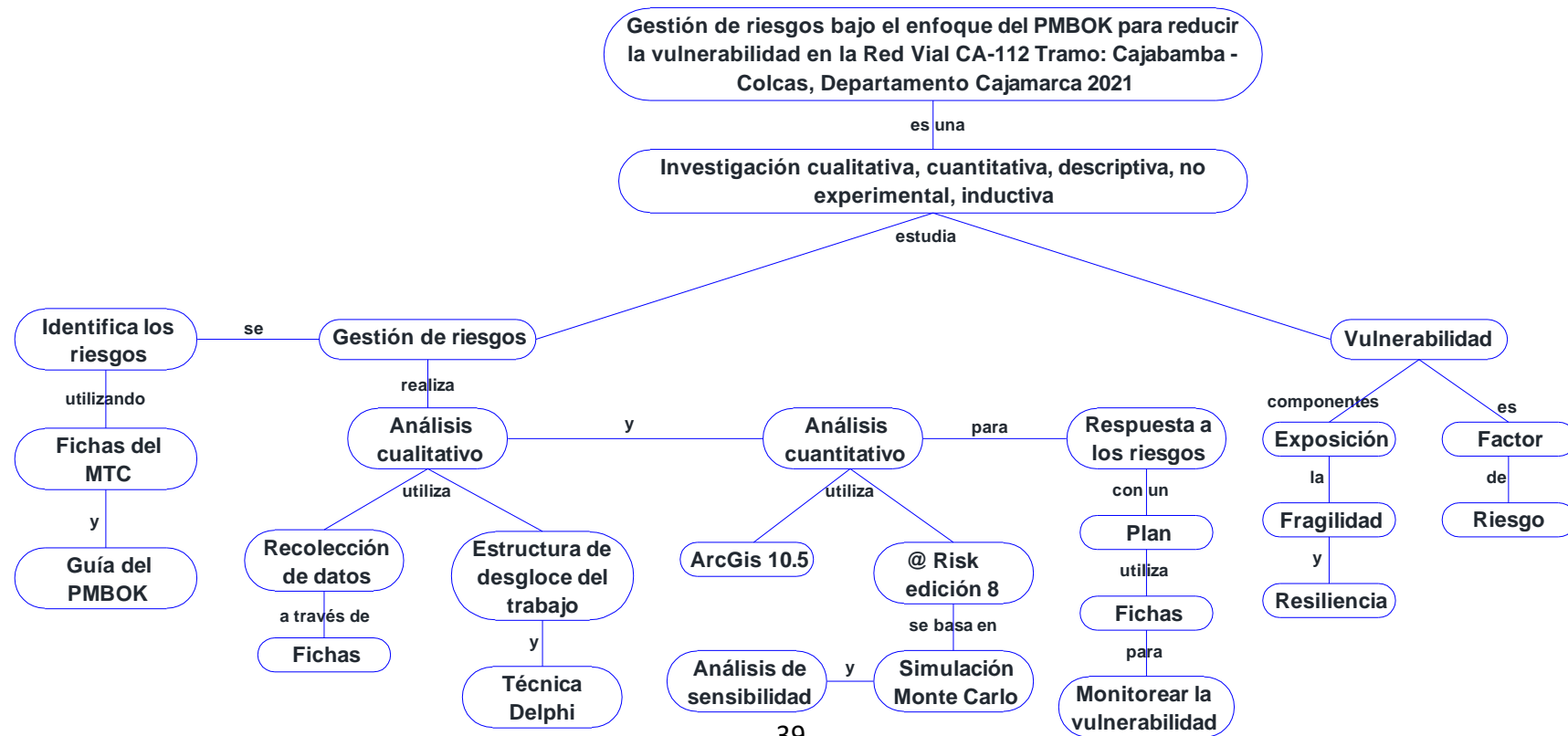
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Presentación de resultados

5.1.1. Flujograma de la investigación

Figura 4

Flujograma de la investigación.



5.1.2. Resultados por objetivos

5.1.2.1. Riesgos identificados en la Red Vial CA-112 Tramo: Cajabamba - Colcas.

Tabla 8

Estructura de desglose de riesgos

Nivel 0	Nivel 1	Nivel 2
0. Fuentes de riesgo	1. Riesgo Técnico	1.1 Grietas en la Red Vial CA-112, baches, encalaminado, ahuellamiento, fallas en obras de arte, obras de drenaje y pontones.
		1.2 Obras de mejoramiento, rehabilitación, mantenimiento periódico y mantenimiento rutinario en la Red Vial CA-112.
		1.3 Arrastre de material rocoso y obstrucción en obras de arte, obras de drenaje y pontones.
		1.4 Replanteo geométrico y topográfico, mejoramiento y rehabilitación de obras de arte, obras de drenaje y pontones en la Red Vial CA-112.
		1.5 Rutas alternas de desvío de la Red Vial CA-112 hacia los caseríos de Hichabamba, Higosbamba, Huayllabamba y Churucana.
		1.6 Trazo geométrico y topográfico, proceso constructivo de obras de arte, obras de drenaje y pontones de la Red Vial CA-112.
		1.7 Limitación para mejoramiento, rehabilitación, mantenimiento periódico y mantenimiento rutinario de la Red Vial CA-112.
	2. Riesgo de Gestión	2.1 Red Vial CA-112 con baches, encalaminado, ahuellamiento, sin drenaje, con pontones deteriorados, en malas condiciones para el tránsito.
		2.2 Red Vial CA-112 sin mejoramiento, rehabilitación ni mantenimiento. Así como escasos proyectos para mejorar las condiciones de transitabilidad y serviciabilidad de la Red Vial CA-112.
		2.3 Deficiente intervención en la Red Vial CA-112 así como pésima respuesta ante desastres naturales como sismos.
		2.4 Escasa inversión en la Red Vial CA-112 y falta de proyectos de intervención en obras de arte, obras de drenaje y pontones.
		2.5 Falta de asignación de presupuesto para mejoramiento, rehabilitación, mantenimiento periódico y mantenimiento rutinario de la Red Vial CA-112.
	3. Riesgo Comercial	3.1 Pérdidas económicas por incomunicación entre los caseríos de Hichabamba, Higosbamba, Huayllabamba y Churucana.
		3.2 Incomunicación entre Cajabamba, Hichabamba, Higosbamba, Huayllabamba, Churucana y Colcas impidiendo el tránsito y transporte de recursos económicos.

Nivel 0	Nivel 1	Nivel 2
		Vías aledañas a la Red Vial CA-112 que no cumplen con la normativa vigente lo que genera restricción en tránsito y transporte de recursos.
		3.3
		4.1 Grietas en la Red Vial CA-112, obstrucción en obras de drenaje, fallas en obras de arte y pontones.
		4.2 Inadecuado mejoramiento, rehabilitación y/o mantenimiento en la Red Vial CA-112.
		4.3 Deslizamientos de tipo rotacional y asentamiento del suelo.
		4.3 Falta de transparencia en procesos de licitación.
	4. Riesgo Externo	

Nota: Los datos han sido obtenidos del estudio a la Red Vial CA-112.

5.1.2.2. Riesgos priorizados en la Red Vial CA-112 Tramo: Cajabamba - Colcas.

Tabla 9

RBS – Descripción del Riesgo (Técnicos)

Categoría	Código	Riesgos	Descripción del Riesgo
1. Riesgo Técnico	1.1	Grietas en la Red Vial CA-112, baches, encalaminado, ahuellamiento, fallas en obras de arte, obras de drenaje y pontones.	Punto inicial: 825440.00 m, 9157177.00 m Altitud: 2650 m.s.n.m. Punto final: 817813.35 m, 9154968.26 m Altitud: 2165 m.s.n.m.
	1.2	Obras de mejoramiento, rehabilitación, mantenimiento periódico y mantenimiento rutinario en la Red Vial CA-112.	Las obras de mejoramiento, rehabilitación, mantenimiento periódico y mantenimiento rutinario de la vía, ocasionan interrupciones en el tránsito y transporte de recursos.
	1.3	Arrastre de material rocoso y obstrucción en obras de arte, obras de drenaje y pontones.	Debido a las fuertes lluvias hay presencia de material rocoso, la Red Vial CA-112 se obstruye y los pontones sufren daños.
	1.4	Replanteo geométrico y topográfico, mejoramiento y rehabilitación de obras de arte, obras de drenaje y pontones en la Red Vial CA-112.	Aplicación de la ingeniería de tránsito para el replanteo de la Red Vial CA-112.
	1.5	Rutas alternas de desvío de la Red Vial CA-112 hacia los caseríos de Hichabamba, Higobamba, Huayllabamba y Churucana.	Prioridad del gobierno regional y gobierno local encontrar rutas de desvío para conectar de manera directa a Cajabamba con Colcas.
	1.6	Trazo geométrico y topográfico, proceso constructivo de obras de arte, obras de drenaje y	Obra vial ejecutada con estándares antiguos a la fecha.

Categoría	Código	Riesgos	Descripción del Riesgo
		pontones de la Red Vial CA-112.	
	1.7	Limitación para mejoramiento, rehabilitación, mantenimiento periódico y mantenimiento rutinario de la Red Vial CA-112.	En el trayecto de la Red Vial CA-112 existen viviendas, centro educativo y terrenos de cultivo.

Nota: Los datos se han obtenido en campo y de los sucesos acontecidos en la Red Vial CA-112.

Tabla 10

RBS – Descripción del Riesgo (Gestión)

Categoría	Código	Riesgos	Descripción del Riesgo
	2.1	Red Vial CA-112 con baches, encalaminado, ahuellamiento, sin drenaje, con pontones deteriorados, en malas condiciones para el tránsito.	Medidas basadas principalmente en la mitigación y prevención de desastres naturales a los que está expuesta la Red Vial CA-112.
	2.2	Red Vial CA-112 sin mejoramiento, rehabilitación ni mantenimiento. Así como escasos proyectos para mejorar las condiciones de transitabilidad y serviciabilidad de la Red Vial CA-112.	Red Vial CA-112 sin intervención en los últimos años, por la falta de presupuesto asignado al gobierno regional y gobierno local.
2. Riesgo de Gestión	2.3	Deficiente intervención en la Red Vial CA-112 así como pésima respuesta ante desastres naturales como sismos.	No existen proyectos que intervengan directamente en el mejoramiento o rehabilitación de la Red Vial CA-112.
	2.4	Escasa inversión en la Red Vial CA-112 y falta de proyectos de intervención en obras de arte, obras de drenaje y pontones.	El gobierno regional no cuenta con la información necesaria sobre el estado de la Red Vial CA-112, lo que no permite desarrollar proyectos adecuados en la vía.
	2.5	Falta de asignación de presupuesto para mejoramiento, rehabilitación, mantenimiento periódico y mantenimiento rutinario de la Red Vial CA-112.	No se cuenta con presupuesto para intervenir a la Red Vial CA-112 a lo largo del año fiscal.

Nota: Se obtuvo información del gobierno regional y gobierno provincial para sintetizar los resultados.

Tabla 11

RBS – Descripción del Riesgo (Comercial)

Categoría	Código	Riesgos	Descripción del Riesgo
3. Riesgo Comercial	3.1	Pérdidas económicas por incomunicación entre los caseríos de Hichabamba, Higosbamba, Huayllabamba y Churucana.	Recursos que comercializan los caseríos que no llegan a Cajabamba para ser vendidos.
	3.2	Incomunicación entre Cajabamba, Hichabamba, Higosbamba, Huayllabamba, Churucana y Colcas impidiendo el tránsito y transporte de recursos económicos.	En los caseríos aledaños a la Red Vial CA-112 se producen diversos recursos económicos que son el principal ingreso económico de las familias.
	3.3	Vías aledañas a la Red Vial CA-112 que no cumplen con la normativa vigente lo que genera restricción en tránsito y transporte de recursos.	Vías sin cunetas, con ancho de calzada con menos de 4 m, sin alcantarillas, sin pases de agua, ni pontones.

Nota: Información que se obtuvo en campo.

Tabla 12

RBS – Descripción del Riesgo (Externo)

Categoría	Código	Riesgos	Descripción del Riesgo
4. Riesgo Externo	4.1	Grietas en la Red Vial CA-112, obstrucción en obras de drenaje, fallas en obras de arte y pontones.	Cajabamba se encuentra, de acuerdo a la norma de Diseño Sismoresistente E-030, en la zona 3, por lo que su vulnerabilidad sísmica es alta.
	4.2	Inadecuado mejoramiento, rehabilitación y/o mantenimiento en la Red Vial CA-112.	Falta de directivas y políticas que busquen intervenir la Red Vial CA-112 para adecuar sus necesidades a la actualidad considerando que su construcción es antigua.
	4.3	Deslizamientos de tipo rotacional y asentamiento del suelo.	Geometría presente en el relieve, así como factores condicionantes y desencadenantes de los procesos de remoción de masa.
	4.4	Falta de transparencia en procesos de licitación.	Quienes ejecutan el mejoramiento, rehabilitación y/o mantenimiento lo hacen deficientemente debido al bajo presupuesto con el que ganan los procesos de licitación.

Nota: Información que se obtuvo en campo, en el gobierno regional y gobierno local.

5.1.2.3. Análisis cualitativo de los riesgos priorizados en la Red Vial CA-112 Tramo: Cajabamba – Colcas.

Tabla 13

Causa raíz para riesgos técnicos

Categoría	Código	Causa Raíz	Riesgos
1. Riesgo Técnico	1.1	Diseño geométrico y trazo topográfico actual de la Red Vial CA-112.	Grietas en la Red Vial CA-112, baches, encalaminado, ahuellamiento, fallas en obras de arte, obras de drenaje y pontones.
	1.2	Diseño de obras de arte y obras de drenaje en la Red Vial CA-112	Obras de mejoramiento, rehabilitación, mantenimiento periódico y mantenimiento rutinario en la Red Vial CA-112.
	1.3	Pendiente y trazo topográfico a lo largo de la Red Vial CA-112	Arrastre de material rocoso y obstrucción en obras de arte, obras de drenaje y pontones.
	1.4	Plan Vial Provincial Participativo (PVPP) de la ciudad de Cajabamba	Replanteo geométrico y topográfico, mejoramiento y rehabilitación de obras de arte, obras de drenaje y pontones en la Red Vial CA-112.
	1.5	Mejoramiento, rehabilitación y mantenimiento de vías aledañas a la Red Vial CA-112	Rutas alternas de desvío de la Red Vial CA-112 hacia los caseríos de Hichabamba, Higosbamba, Huayllabamba y Churucana.
	1.6	Construcción, mejoramiento, rehabilitación y mantenimiento de la Red Vial CA-112	Trazo geométrico y topográfico, proceso constructivo de obras de arte, obras de drenaje y pontones de la Red Vial CA-112.
	1.7	Ubicación geográfica y demográfica de la Red Vial CA-112.	Limitación para mejoramiento, rehabilitación, mantenimiento periódico y mantenimiento rutinario de la Red Vial CA-112.

Nota: Datos obtenidos de las inspecciones en campo.

Tabla 14

Causa raíz para riesgos de gestión

Categoría	Código	Causa Raíz	Riesgos
2. Riesgo de Gestión	2.1	Falta de presupuesto asignado en el PIA anual para mejoramiento, rehabilitación o mantenimiento de vías departamentales.	Red Vial CA-112 con baches, encalaminado, ahuellamiento, sin drenaje, con pontones deteriorados, en malas condiciones para el tránsito.
	2.2	Escasa aplicación de normativa del gobierno regional y gobierno local en temas de mejoramiento, rehabilitación y mantenimiento de redes viales departamentales.	Red Vial CA-112 sin mejoramiento, rehabilitación ni mantenimiento. Así como escasos proyectos para mejorar las condiciones de transitabilidad y serviciabilidad de la Red Vial CA-112.
	2.3	Falta de transparencia en los procesos de licitación en mejoramiento, rehabilitación y mantenimiento de la Red Vial CA-112.	Deficiente intervención en la Red Vial CA-112 así como pésima respuesta ante desastres naturales como sismos.
	2.4	Falta de capacitación del gobierno regional y gobierno local en temas de mejoramiento, rehabilitación y mantenimiento de vías departamentales.	Escasa inversión en la Red Vial CA-112 y falta de proyectos de intervención en obras de arte, obras de drenaje y pontones.
	2.5	Desconocimiento de las autoridades en elaboración de proyectos de inversión en la Red Vial CA-112.	Falta de asignación de presupuesto para mejoramiento, rehabilitación, mantenimiento periódico y mantenimiento rutinario de la Red Vial CA-112.

Nota: La información es resultado del análisis de fichas llenadas en campo.

Tabla 15

Causa raíz para riesgos comerciales

Categoría	Código	Causa Raíz	Riesgos
3. Riesgo Comercial	3.1	Falta de capacitación a la población usuaria de la Red Vial CA-112, en temas de mantenimiento de la vía.	Pérdidas económicas por incomunicación entre los caseríos de Hichabamba, Higosbamba, Huayllabamba y Churucana.
	3.2	Falta de transitabilidad en la Red Vial CA-112.	Incomunicación entre Cajabamba, Hichabamba, Higosbamba, Huayllabamba, Churucana y Colcas impidiendo el tránsito y transporte de recursos económicos.
	3.3	Diseño geométrico y trazo topográfico de la Red Vial CA-112.	Vías aledañas a la Red Vial CA-112 que no cumplen con la normativa vigente lo que genera restricción en tránsito y transporte de recursos.

Nota: Datos obtenidos de las inspecciones en campo.

Tabla 16

Causa raíz para riesgos externos

Categoría	Código	Causa Raíz	Riesgos
4. Riesgo Externo	4.1	Desastres naturales.	Grietas en la Red Vial CA-112, obstrucción en obras de drenaje, fallas en obras de arte y pontones.
	4.2	Normativa vigente en vías departamentales.	Inadecuado mejoramiento, rehabilitación y/o mantenimiento en la Red Vial CA-112.
	4.3	Características geodinámicas, geológicas y geomorfológicas de la Red Vial CA-112	Deslizamientos de tipo rotacional y asentamiento del suelo.
	4.4	Presupuesto asignado al mejoramiento, rehabilitación o mantenimiento de la Red Vial CA-112.	Falta de transparencia en procesos de licitación.

Nota: Información que se obtuvo en campo y de Provías Descentralizado.

Tabla 17

Análisis de frecuencia para las causas de los riesgos priorizados

Causa Raíz	Ocurrencia	Frecuencia	Frec. Acum
Características geodinámicas, geológicas y geomorfológicas de la Red Vial CA-112.	10	13.70%	13.70%
Diseño geométrico y trazo topográfico actual de la Red Vial CA-112	10	13.70%	27.40%
Construcción, mejoramiento, rehabilitación y mantenimiento de la Red Vial CA-112	10	13.70%	41.10%
Diseño de obras de arte y obras de drenaje en la Red Vial CA-112	9	12.33%	53.42%
Falta de presupuesto asignado en el PIA anual para mejoramiento, rehabilitación o mantenimiento de vías departamentales.	8	10.96%	64.38%
Mejoramiento, rehabilitación y mantenimiento de vías aledañas a la Red Vial CA-112	7	9.59%	73.97%
Escasa aplicación de normativa del gobierno regional y gobierno local en temas de mejoramiento, rehabilitación y mantenimiento de redes viales departamentales.	6	8.22%	82.19%
Falta de transparencia en los procesos de licitación en mejoramiento, rehabilitación y mantenimiento de la Red Vial CA-112.	4	5.48%	87.67%
Plan Vial Provincial Participativo (PVPP) de la ciudad de Cajabamba	3	4.11%	91.78%
Desastres naturales	3	4.11%	95.89%
Desconocimiento de las autoridades en elaboración de proyectos de inversión en la Red Vial CA-112	2	2.74%	98.63%
Falta de capacitación del gobierno regional y gobierno local en temas de mejoramiento, rehabilitación y mantenimiento de vías departamentales.	1	1.37%	100.00%
Total general	73	100%	

Nota: Riesgos priorizados del riesgo técnico, riesgo de gestión, riesgo comercial, riesgo externo.

Tabla 18

Valoración para riesgos técnicos

Categoría	Código	Riesgos	Escala de Riesgos
1. Riesgo Técnico	1.1	Grietas en la Red Vial CA-112, baches, encalaminado, ahuellamiento, fallas en obras de arte, obras de drenaje y pontones.	Alto
	1.2	Obras de mejoramiento, rehabilitación, mantenimiento periódico y mantenimiento rutinario en la Red Vial CA-112.	Alto
	1.3	Arrastre de material rocoso y obstrucción en obras de arte, obras de drenaje y pontones.	Medio
	1.4	Replanteo geométrico y topográfico, mejoramiento y rehabilitación de obras de arte, obras de drenaje y pontones en la Red Vial CA-112.	Alto
	1.5	Rutas alternas de desvío de la Red Vial CA-112 hacia los caseríos de Hichabamba, Higosbamba, Huayllabamba y Churucana.	Medio
	1.6	Trazo geométrico y topográfico, proceso constructivo de obras de arte, obras de drenaje y pontones de la Red Vial CA-112.	Medio
	1.7	Limitación para mejoramiento, rehabilitación, mantenimiento periódico y mantenimiento rutinario de la Red Vial CA-112.	Bajo

Nota: Riesgos técnicos identificados en la Tabla 13.

Tabla 19

Valoración para riesgos de gestión

Categoría	Código	Riesgos	Escala de Riesgos
2. Riesgo de Gestión	2.1	Red Vial CA-112 con baches, encalaminado, ahuellamiento, sin drenaje, con pontones deteriorados, en malas condiciones para el tránsito.	Alto
	2.2	Red Vial CA-112 sin mejoramiento, rehabilitación ni mantenimiento. Así como escasos proyectos para mejorar las condiciones de transitabilidad y serviciabilidad de la Red Vial CA-112.	Bajo
	2.3	Deficiente intervención en la Red Vial CA-112 así como pésima respuesta ante desastres naturales como sismos.	Medio
	2.4	Escasa inversión en la Red Vial CA-112 y falta de proyectos de intervención en obras de arte, obras de drenaje y pontones.	Medio
	2.5	Falta de asignación de presupuesto para mejoramiento, rehabilitación, mantenimiento periódico y mantenimiento rutinario de la Red Vial CA-112.	Medio

Nota: Riesgos técnicos identificados en la Tabla 14.

Tabla 20

Valoración para riesgos comerciales

Categoría	Código	Riesgos	Escala de Riesgos
3. Riesgo Comercial	3.1	Pérdidas económicas por incomunicación entre los caseríos de Hichabamba, Higosbamba, Huayllabamba y Churucana.	Alto
	3.2	Incomunicación entre Cajabamba, Hichabamba, Higosbamba, Huayllabamba, Churucana y Colcas impidiendo el tránsito y transporte de recursos económicos.	Medio
	3.3	Vías aledañas a la Red Vial CA-112 que no cumplen con la normativa vigente lo que genera restricción en tránsito y transporte de recursos.	Medio

Nota: Riesgos técnicos identificados en la Tabla 15.

Tabla 21

Valoración para riesgos externos

Categoría	Código	Riesgos	Escala de Riesgos
4. Riesgo Externo	4.1	Grietas en la Red Vial CA-112, obstrucción en obras de drenaje, fallas en obras de arte y pontones.	Alto
	4.2	Inadecuado mejoramiento, rehabilitación y/o mantenimiento en la Red Vial CA-112.	Medio
	4.3	Deslizamientos de tipo rotacional y asentamiento del suelo.	Alto
	4.4	Falta de transparencia en procesos de licitación.	Bajo

Nota: Riesgos técnicos identificados en la Tabla 16.

Tabla 22

Derivación para riesgos técnicos

Categoría	Código	Riesgos	Derivación
1. Riesgo Técnico	1.1	Grietas en la Red Vial CA-112, baches, encalaminado, ahuellamiento, fallas en obras de arte, obras de drenaje y pontones.	Falta de transitabilidad y serviciabilidad de la Red Vial CA-112.
	1.2	Obras de mejoramiento, rehabilitación, mantenimiento periódico y mantenimiento rutinario en la Red Vial CA-112.	Restricción en el tránsito en la Red Vial CA-112 y en vías aledañas.
	1.3	Arrastre de material rocoso y obstrucción en obras de arte, obras de drenaje y pontones.	Red Vial CA-112 con presencia de baches, ahuellamiento y encalaminado en la calzada. Obstrucción de obras de arte.
	1.4	Replanteo geométrico y topográfico, mejoramiento y rehabilitación de obras de arte, obras de drenaje y pontones en la Red Vial CA-112.	Desvío de la ruta de tránsito hacia vías aledañas a los caseríos de Hichabamba, Higosbamba, Huayllabamba y Churucana.
	1.5	Rutas alternas de desvío de la Red Vial CA-112 hacia los caseríos de Hichabamba, Higosbamba, Huayllabamba y Churucana.	Pérdidas económicas por falta de transporte de los recursos económicos que producen los caseríos.
	1.6	Trazo geométrico y topográfico, proceso constructivo de obras de arte, obras de drenaje y pontones de la Red Vial CA-112.	Fallas en la calzada, falta de drenaje, destrucción de obras de arte, obstrucción de pontones.
	1.7	Limitación para mejoramiento, rehabilitación, mantenimiento periódico y mantenimiento rutinario de la Red Vial CA-112.	Red Vial CA-112 en pésimas condiciones para el tránsito y transporte de recursos económicos.

Nota: Análisis realizado luego de recolectar información en campo.

Tabla 23

Derivación para riesgos de gestión

Categoría	Código	Riesgos	Derivación
2. Riesgo de Gestión	2.1	Red Vial CA-112 con baches, encalaminado, ahuellamiento, sin drenaje, con pontones deteriorados, en malas condiciones para el tránsito.	Accidentes de tránsito, recursos económicos que no llegan a su destino, niños que no van al centro educativo, personas que no son atendidas en centros de salud.
	2.2	Red Vial CA-112 sin mejoramiento, rehabilitación ni mantenimiento. Así como escasos proyectos para mejorar las condiciones de transitabilidad y serviciabilidad de la Red Vial CA-112.	Red Vial CA-112 predispuesta a sufrir daño ante desastres naturales como sismos.
	2.3	Deficiente intervención en la Red Vial CA-112 así como pésima respuesta ante desastres naturales como sismos.	Intransitabilidad de la Red Vial CA-112 así como mayor asignación de presupuestos para otorgar a la vía sus condiciones iniciales de tránsito.
	2.4	Escasa inversión en la Red Vial CA-112 y falta de proyectos de intervención en obras de arte, obras de drenaje y pontones.	Prepuesto anual asignado a otras vías de la región.
	2.5	Falta de asignación de presupuesto para mejoramiento, rehabilitación, mantenimiento periódico y mantenimiento rutinario de la Red Vial CA-112.	La entidad no realiza las convocatorias respectivas para la atención de la Red Vial CA-112.

Nota: Análisis realizado luego de recolectar información en campo y en el gobierno regional.

Tabla 24

Derivación para riesgos comerciales

Categoría	Código	Riesgos	Derivación
3. Riesgo Comercial	3.1	Pérdidas económicas por incomunicación entre los caseríos de Hichabamba, Higosbamba, Huayllabamba y Churucana.	Nivel de pobreza se eleva en los caseríos aledaños, afectando a Cajabamba y Colcas.
	3.2	Incomunicación entre Cajabamba, Hichabamba, Higosbamba, Huayllabamba, Churucana y Colcas impidiendo el tránsito y transporte de recursos económicos.	Familias afectadas económicamente, niños sin ir al centro educativo y personas sin ser atendidas en centros de salud.
	3.3	Vías aledañas a la Red Vial CA-112 que no cumplen con la normativa vigente lo que genera restricción en tránsito y transporte de recursos.	Red Vial CA-112 sin las condiciones geométricas para mejoramiento y sin las características para la aplicación de las 16 actividades de mantenimiento rutinario.

Nota: Análisis realizado luego de recolectar información en campo y en el gobierno regional.

Tabla 25

Derivación para riesgos externos

Categoría	Código	Riesgos	Derivación
4. Riesgo Externo	4.1	Grietas en la Red Vial CA-112, obstrucción en obras de drenaje, fallas en obras de arte y pontones.	Afectación en las viviendas aledañas, también tierras de cultivo, centro educativo, puestos de salud.
	4.2	Inadecuado mejoramiento, rehabilitación y/o mantenimiento en la Red Vial CA-112.	Red Vial CA-112 con más intervenciones en mejoramiento o rehabilitación en el año fiscal.
	4.3	Deslizamientos de tipo rotacional y asentamiento del suelo.	Agrietamiento de la calzada, obras de drenaje y obras de arte de la Red Vial CA-112.
	4.4	Falta de transparencia en procesos de licitación.	Ejecución de obras o servicios en la Red Vial CA-112 que no cumple los estándares establecidos.

Nota: Análisis realizado luego de recolectar información en campo y en el gobierno regional.

Tabla 26

Nivel del riesgo técnico

Código	Riesgo	Objetivo	Peso	Probabilidad	Impacto	Impacto Ponderado	Nivel Prob x Imp	Nivel del Riesgo
1.1	Grietas en la Red Vial CA-112, baches, encalaminado, ahuellamiento, fallas en obras de arte, obras de drenaje y pontones.	Costo	0.70	0.90	0.50	0.350	0.315	0.410
		Tiempo	0.30		0.35	0.105	0.095	
1.2	Obras de mejoramiento, rehabilitación, mantenimiento periódico y mantenimiento rutinario en la Red Vial CA-112.	Costo	0.50	0.70	0.80	0.400	0.280	0.560
		Tiempo	0.50		0.80	0.400	0.280	
1.3	Arrastre de material rocoso y obstrucción en obras de arte, obras de drenaje y pontones.	Costo	0.60	0.50	0.50	0.300	0.150	0.180
		Tiempo	0.40		0.15	0.060	0.030	
1.4	Replanteo geométrico y topográfico, mejoramiento y rehabilitación de obras de arte, obras de drenaje y pontones en la Red Vial CA-112.	Costo	0.50	0.70	0.80	0.400	0.280	0.455
		Tiempo	0.50		0.50	0.250	0.175	
1.5	Rutas alternas de desvío de la Red Vial CA-112 hacia los caseríos de Hichabamba, Higosbamba, Huayllabamba y Churucana.	Costo	0.60	0.50	0.50	0.300	0.150	0.220
		Tiempo	0.40		0.35	0.140	0.070	
1.6	Trazo geométrico y topográfico, proceso constructivo de obras de arte, obras de drenaje y pontones de la Red Vial CA-112.	Costo	0.50	0.90	0.80	0.400	0.360	0.585
		Tiempo	0.50		0.50	0.250	0.225	
1.7	Limitación para mejoramiento, rehabilitación, mantenimiento periódico y mantenimiento rutinario de la Red Vial CA-112.	Costo	0.70	0.70	0.50	0.350	0.245	0.350
		Tiempo	0.30		0.50	0.150	0.105	

Tabla 27

Nivel del riesgo de gestión

Código	Riesgo	Objetivo	Peso	Probabilidad	Impacto	Impacto Ponderado	Nivel Prob x Imp	Nivel del Riesgo
2.1	Red Vial CA-112 con baches, encalaminado, ahuellamiento, sin drenaje, con pontones deteriorados, en malas condiciones para el tránsito.	Costo	0.60	0.90	0.80	0.480	0.432	0.720
		Tiempo	0.40		0.80	0.320	0.288	
2.2	Red Vial CA-112 sin mejoramiento, rehabilitación ni mantenimiento. Así como escasos proyectos para mejorar las condiciones de transitabilidad y serviciabilidad de la Red Vial CA-112.	Costo	0.50	0.70	0.80	0.400	0.280	0.403
		Tiempo	0.50		0.35	0.175	0.123	
2.3	Deficiente intervención en la Red Vial CA-112 así como pésima respuesta ante desastres naturales como sismos.	Costo	0.70	0.90	0.80	0.560	0.504	0.639
		Tiempo	0.30		0.50	0.150	0.135	
2.4	Escasa inversión en la Red Vial CA-112 y falta de proyectos de intervención en obras de arte, obras de drenaje y pontones.	Costo	0.80	0.70	0.50	0.400	0.280	0.350
		Tiempo	0.20		0.50	0.100	0.070	
2.5	Falta de asignación de presupuesto para mejoramiento, rehabilitación, mantenimiento periódico y mantenimiento rutinario de la Red Vial CA-112.	Costo	0.80	0.50	0.80	0.640	0.320	0.370
		Tiempo	0.20		0.50	0.100	0.050	

Tabla 28

Nivel del riesgo comercial

Código	Riesgo	Objetivo	Peso	Probabilidad	Impacto	Impacto Ponderado	Nivel Prob x Imp	Nivel del Riesgo
3.1	Pérdidas económicas por incomunicación entre los caseríos de Hichabamba, Higosbamba, Huayllabamba y Churucana.	Costo	0.70	0.70	0.80	0.560	0.392	0.560
		Tiempo	0.30		0.80	0.240	0.168	
3.2	Incomunicación entre Cajabamba, Hichabamba, Higosbamba, Huayllabamba, Churucana y Colcas impidiendo el tránsito y transporte de recursos económicos.	Costo	0.60	0.70	0.80	0.480	0.336	0.560
		Tiempo	0.40		0.80	0.320	0.224	
3.3	Vías aledañas a la Red Vial CA-112 que no cumplen con la normativa vigente lo que genera restricción en tránsito y transporte de recursos.	Costo	0.50	0.90	0.50	0.250	0.225	0.585
		Tiempo	0.50		0.80	0.400	0.360	

Tabla 29

Nivel del riesgo externo

Código	Riesgo	Objetivo	Peso	Probabilidad	Impacto	Impacto Ponderado	Nivel Prob x Imp	Nivel del Riesgo
4.1	Grietas en la Red Vial CA-112, obstrucción en obras de drenaje, fallas en obras de arte y pontones.	Costo	0.80	0.70	0.80	0.640	0.448	0.560
		Tiempo	0.20		0.80	0.160	0.112	
4.2	Inadecuado mejoramiento, rehabilitación y/o mantenimiento en la Red Vial CA-112.	Costo	0.60	0.50	0.50	0.300	0.150	0.250
		Tiempo	0.40		0.50	0.200	0.100	
4.3	Deslizamientos de tipo rotacional y asentamiento del suelo.	Costo	0.80	0.90	0.80	0.640	0.576	0.720
		Tiempo	0.20		0.80	0.160	0.144	
4.4	Falta de transparencia en procesos de licitación.	Costo	0.30	0.50	0.35	0.105	0.053	0.228
		Tiempo	0.70		0.50	0.350	0.175	

Tabla 30

Análisis cualitativo del riesgo técnico, riesgo de gestión, riesgo comercial, riesgo externo.

Código	Riesgo	Prob.	Impacto		Calificación
			Costo	Tiempo	
1.1	Grietas en la Red Vial CA-112, baches, encalaminado, ahuellamiento, fallas en obras de arte, obras de drenaje y pontones.	0.90	0.350	0.105	0.410
1.2	Obras de mejoramiento, rehabilitación, mantenimiento periódico y mantenimiento rutinario en la Red Vial CA-112.	0.95	0.630	0.270	0.855
1.3	Arrastre de material rocoso y obstrucción en obras de arte, obras de drenaje y pontones.	0.50	0.300	0.060	0.180
1.4	Replanteo geométrico y topográfico, mejoramiento y rehabilitación de obras de arte, obras de drenaje y pontones en la Red Vial CA-112.	0.70	0.400	0.250	0.455
1.5	Rutas alternas de desvío de la Red Vial CA-112 hacia los caseríos de Hichabamba, Higosbamba, Huayllabamba y Churucana.	0.50	0.300	0.060	0.180
1.6	Trazo geométrico y topográfico, proceso constructivo de obras de arte, obras de drenaje y pontones de la Red Vial CA-112.	0.30	0.560	0.105	0.200
1.7	Limitación para mejoramiento, rehabilitación, mantenimiento periódico y mantenimiento rutinario de la Red Vial CA-112.	0.30	0.245	0.105	0.105
2.1	Red Vial CA-112 con baches, encalaminado, ahuellamiento, sin drenaje, con pontones deteriorados, en malas condiciones para el tránsito.	0.30	0.250	0.250	0.150
2.2	Red Vial CA-112 sin mejoramiento, rehabilitación ni mantenimiento. Así como escasos proyectos para mejorar las condiciones de transitabilidad y serviciabilidad de la Red Vial CA-112.	0.70	0.400	0.175	0.403
2.3	Deficiente intervención en la Red Vial CA-112 así como pésima respuesta ante desastres naturales como sismos.	0.95	0.630	0.270	0.855
2.4	Escasa inversión en la Red Vial CA-112 y falta de proyectos de	0.30	0.280	0.070	0.105

Código	Riesgo	Prob.	Impacto		Calificación
			Costo	Tiempo	
	intervención en obras de arte, obras de drenaje y pontones.				
2.5	Falta de asignación de presupuesto para mejoramiento, rehabilitación, mantenimiento periódico y mantenimiento rutinario de la Red Vial CA-112.	0.10	0.400	0.070	0.047
3.1	Pérdidas económicas por incomunicación entre los caseríos de Hichabamba, Higosbamba, Huayllabamba y Churucana.	0.30	0.350	0.105	0.137
3.2	Incomunicación entre Cajabamba, Hichabamba, Higosbamba, Huayllabamba, Churucana y Colcas impidiendo el tránsito y transporte de recursos económicos.	0.90	0.480	0.320	0.720
3.3	Vías aledañas a la Red Vial CA-112 que no cumplen con la normativa vigente lo que genera restricción en tránsito y transporte de recursos.	0.90	0.250	0.400	0.585
4.1	Grietas en la Red Vial CA-112, obstrucción en obras de drenaje, fallas en obras de arte y pontones.	0.95	0.760	0.190	0.903
4.2	Inadecuado mejoramiento, rehabilitación y/o mantenimiento en la Red Vial CA-112.	0.50	0.300	0.200	0.250
4.3	Deslizamientos de tipo rotacional y asentamiento del suelo.	0.90	0.640	0.160	0.720
4.4	Falta de transparencia en procesos de licitación.	0.10	0.105	0.350	0.046

Nota: Recopilación del riesgo respecto a costo y tiempo para determinar la calificación

Tabla 31

Calificación del riesgo

Código	Riesgo	Calificación
4.1	Grietas en la Red Vial CA-112, obstrucción en obras de drenaje, fallas en obras de arte y pontones.	90.25%
1.2	Obras de mejoramiento, rehabilitación, mantenimiento periódico y mantenimiento rutinario en la Red Vial CA-112.	85.50%
2.3	Deficiente intervención en la Red Vial CA-112 así como pésima respuesta ante desastres naturales como sismos.	85.50%
3.2	Incomunicación entre Cajabamba, Hichabamba, Higosbamba, Huayllabamba, Churucana y Colcas impidiendo el tránsito y transporte de recursos económicos.	72.00%
4.3	Deslizamientos de tipo rotacional y asentamiento del suelo.	72.00%

Código	Riesgo	Calificación
3.3	Vías aledañas a la Red Vial CA-112 que no cumplen con la normativa vigente lo que genera restricción en tránsito y transporte de recursos.	58.50%
1.4	Replanteo geométrico y topográfico, mejoramiento y rehabilitación de obras de arte, obras de drenaje y pontones en la Red Vial CA-112.	45.50%
1.1	Grietas en la Red Vial CA-112, baches, encalaminado, ahuellamiento, fallas en obras de arte, obras de drenaje y pontones.	40.95%
2.2	Red Vial CA-112 sin mejoramiento, rehabilitación ni mantenimiento. Así como escasos proyectos para mejorar las condiciones de transitabilidad y serviciabilidad de la Red Vial CA-112.	40.25%
4.2	Inadecuado mejoramiento, rehabilitación y/o mantenimiento en la Red Vial CA-112.	25.00%
1.6	Trazo geométrico y topográfico, proceso constructivo de obras de arte, obras de drenaje y pontones de la Red Vial CA-112.	19.95%
1.3	Arrastre de material rocoso y obstrucción en obras de arte, obras de drenaje y pontones.	18.00%
1.5	Rutas alternas de desvío de la Red Vial CA-112 hacia los caseríos de Hichabamba, Higosbamba, Huayllabamba y Churucana.	18.00%
2.1	Red Vial CA-112 con baches, encalaminado, ahuellamiento, sin drenaje, con pontones deteriorados, en malas condiciones para el tránsito.	15.00%
3.1	Pérdidas económicas por incomunicación entre los caseríos de Hichabamba, Higosbamba, Huayllabamba y Churucana.	13.65%
1.7	Limitación para mejoramiento, rehabilitación, mantenimiento periódico y mantenimiento rutinario de la Red Vial CA-112.	10.50%
2.4	Escasa inversión en la Red Vial CA-112 y falta de proyectos de intervención en obras de arte, obras de drenaje y pontones.	10.50%
2.5	Falta de asignación de presupuesto para mejoramiento, rehabilitación, mantenimiento periódico y mantenimiento rutinario de la Red Vial CA-112.	4.70%
4.4	Falta de transparencia en procesos de licitación.	4.55%

Nota: Recopilación del riesgo respecto a costo y tiempo para determinar la calificación

Tabla 32

Riesgos priorizados según su calificación

Código	Categoría	Riesgo	Causa Raíz	Descripción	Derivación	Prob.	Impacto		Calif.
							Costo	Tiempo	
3.2	Riesgo Comercial	Incomunicación entre Cajabamba, Hichabamba, Higosbamba, Huayllabamba, Churucana y Colcas impidiendo el tránsito y transporte de recursos económicos.	Falta de transitabilidad en la Red Vial CA-112.	En los caseríos aledaños a la Red Vial CA-112 se producen diversos recursos económicos que son el principal ingreso económico de las familias.	Familias afectadas económicamente, niños sin ir al centro educativo y personas sin ser atendidas en centros de salud.	90%	48.00%	3 2.00%	72.00%
4.3	Riesgo Externo	Deslizamientos de tipo rotacional y asentamiento del suelo.	Características geodinámicas, geológicas y geomorfológicas de la Red Vial CA-112	Geometría presente en el relieve, así como factores condicionantes y desencadenantes de los procesos de remoción de masa.	Agrietamiento de la calzada, obras de drenaje y obras de arte de la Red Vial CA-112.	90%	64.00%	16.00%	72.00%
3.3	Riesgo Comercial	Vías aledañas a la Red Vial CA-112 que no cumplen con la normativa vigente lo que genera restricción en tránsito y transporte de recursos.	Diseño geométrico y trazo topográfico de la Red Vial CA-112.	Vías sin cunetas, con ancho de calzada con menos de 4 m, sin alcantarillas, sin pases de agua, ni pontones.	Red Vial CA-112 sin las condiciones geométricas para mejoramiento y sin las características para la aplicación de las 16 actividades de mantenimiento rutinario.	90%	25.00%	40.00%	58.50%
1.4	Riesgo Técnico	Replanteo geométrico y topográfico, mejoramiento y rehabilitación de obras de arte, obras de drenaje	Plan Vial Provincial Participativo (PVPP) de la ciudad de Cajabamba	Aplicación de la ingeniería de tránsito para el replanteo de la Red Vial CA-112.	Desvío de la ruta de tránsito hacia vías aledañas a los caseríos de Hichabamba,	70%	40.00%	25.00%	45.50%

Código	Categoría	Riesgo	Causa Raíz	Descripción	Derivación	Prob.	Impacto		Calif.
							Costo	Tiempo	
		y pontones en la Red Vial CA-112.			Higosbamba, Huayllabamba y Churucana.				
1.1	Riesgo Técnico	Grietas en la Red Vial CA-112, baches, encalaminado, ahuellamiento, fallas en obras de arte, obras de drenaje y pontones.	Diseño geométrico y trazo topográfico actual de la Red Vial CA-112.	Punto inicial: 825440.00 m, 9157177.00 m Altitud: 2650 m.s.n.m. Punto final: 817813.35 m, 9154968.26 m Altitud: 2165 m.s.n.m.	Falta de transitabilidad y serviciabilidad de la Red Vial CA-112.	90%	35.00%	10.50%	40.95%
2.2	Riesgo de Gestión	Red Vial CA-112 sin mejoramiento, rehabilitación ni mantenimiento. Así como escasos proyectos para mejorar las condiciones de transitabilidad y serviciabilidad de la Red Vial CA-112.	Escasa aplicación de normativa del gobierno regional y gobierno local en temas de mejoramiento, rehabilitación y mantenimiento de redes viales departamentales.	Red Vial CA-112 sin intervención en los últimos años, por la falta de presupuesto asignado al gobierno regional y gobierno local.	Red Vial CA-112 predispuesta a sufrir daño ante desastres naturales como sismos	70%	40.00%	17.50%	40.25%
4.2	Riesgo Externo	Inadecuado mejoramiento, rehabilitación y/o mantenimiento en la Red Vial CA-112.	Normativa vigente en vías departamentales.	Falta de directivas y políticas que busquen intervenir la Red Vial CA-112 para adecuar sus necesidades a la actualidad considerando que su construcción es antigua	Red Vial CA-112 con más intervenciones en mejoramiento o rehabilitación en el año fiscal.	50%	30.00%	20.00%	25.00%

5.1.2.4. Análisis cuantitativo de los riesgos priorizados en la Red Vial CA-112
Tramo: Cajabamba – Colcas.

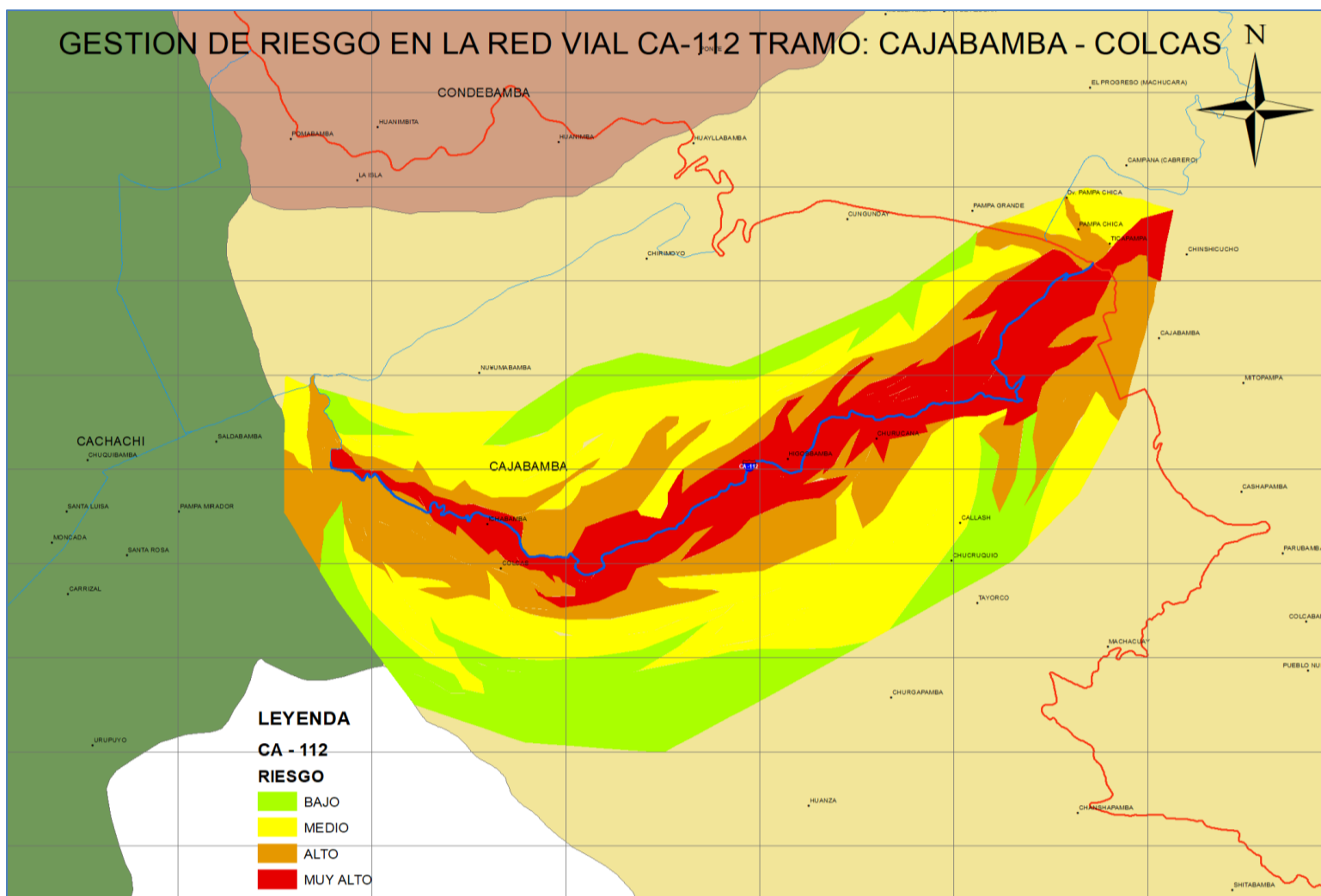
5.1.2.4.1. Delimitación del riesgo con ArcGis 10.5

Se presenta la ficha técnica de daños en la Red Vial CA-112 Tramo: Cajabamba – Colcas en la Tabla 56 y en la Tabla 57 se presenta la ficha técnica de calificación para cada tipo de falla.

Con esta información se delimitó el riesgo teniendo como factor a la vulnerabilidad, tal como se muestra en la

Figura 5

Delimitación del riesgo en la Red Vial CA-112 Tramo: Cajabamba – Colcas.



5.1.2.4.2. Simulación del impacto con @Risk edición 8

a. Incomunicación entre Cajabamba, Hichabamba, Higosbamba, Huayllabamba, Churucana y Colcas impidiendo el tránsito y transporte de recursos económicos.

Descripción del riesgo: En los caseríos aledaños a la Red Vial CA-112 se producen diversos recursos económicos que son el principal ingreso económico de las familias y representa uno de los mayores flujos comerciales de la provincia de Cajabamba. Se evidencia producción de menestras, destacando el cultivo de frijol, arveja, lenteja y ñuña, así como, cultivo de papa y frutales. También se produce y comercializa el cuy.

Impacto económico del riesgo: Según el Acuerdo de Concejo Municipal N° 070-2022-CPC de fecha 11 de abril de 2022, el Estado de Gestión para el año terminado al 31 de diciembre del 2019, los ingresos tributarios netos que las familias pagan con los ingresos que perciben, corresponde a S/ 641,590.15 soles.

La incomunicación entre Cajabamba, Hichabamba, Higosbamba, Huayllabamba, Churucana y Colcas afectaría los ingresos tributarios netos que percibe la provincia de Cajabamba, por lo que este dato se usó para determinar el impacto del riesgo.

Se realizó la simulación Monte Carlo mediante la herramienta de validación @Risk edición 8, se programó para ejecutar un total de 10,000.00 iteraciones, devolviendo un valor total corregido y el excedente ha sido considerado como contingencia. Se utilizó la distribución PERT, que recomienda el PMBOK edición 7. Se ingresó un porcentaje mínimo y uno máximo para el impacto económico del riesgo, considerando el 100% como valor estimado.

Mínimo : 90%
Máximo : 120%
Estimado : 100%

Tabla 33

Impacto económico del riesgo 3.2

Impacto económico Mínimo	Impacto económico Estimado	Impacto económico Máximo	Gestión de Riesgos
577,431.14	641,590.15	769,908.18	615,150.17

Figura 6

Histograma de frecuencias con la distribución PERT. Simulación para la gestión del riesgo 3.2.

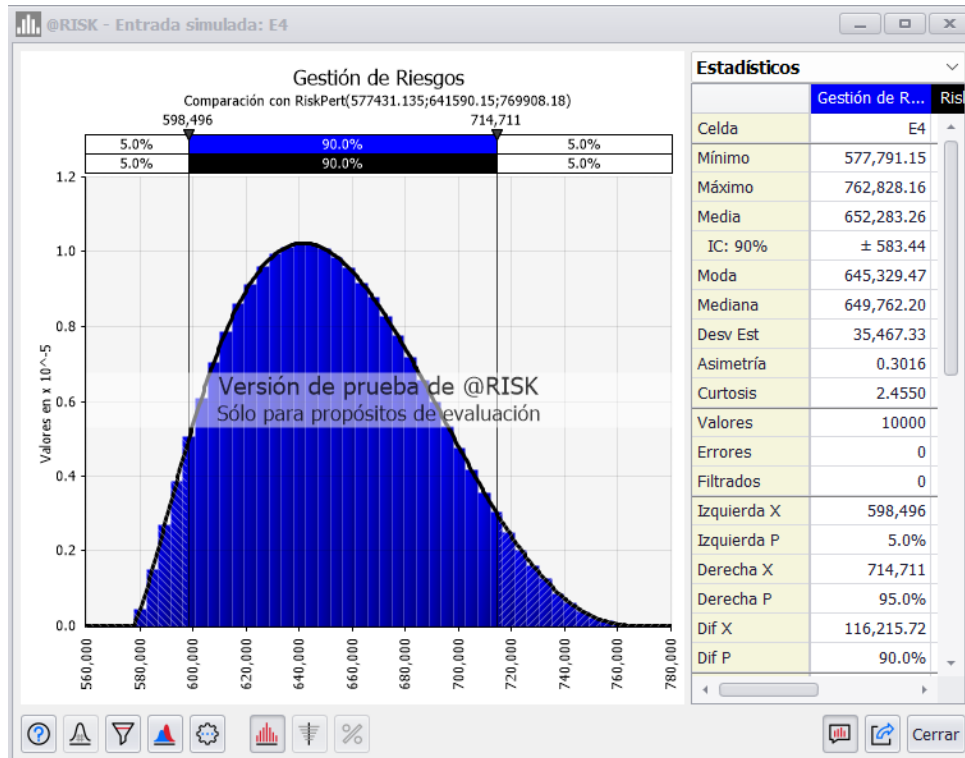
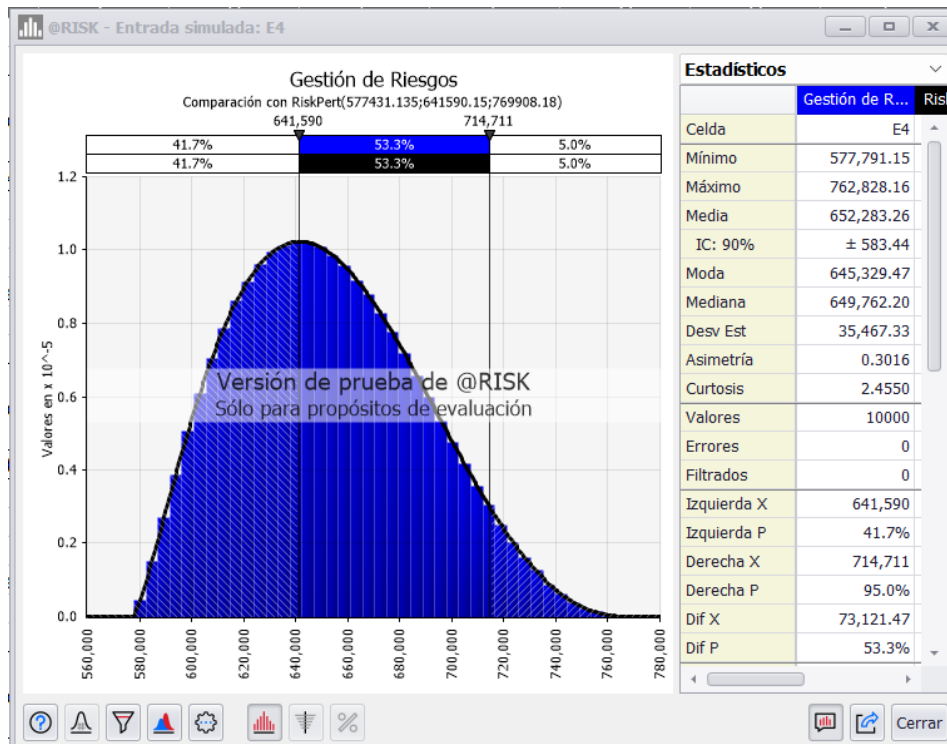


Figura 7

Histograma de frecuencias para determinar la probabilidad de cumplir el ingreso meta.



De la Figura 6 histograma de frecuencias, los ingresos necesarios para una confianza del 95.0% es de S/ 714,711.47. La contingencia resultante es de S/ 62,428.21.

De la

Figura 7 se determinó que para cumplir con los ingresos tributarios netos de S/ 641,590.15, con una adecuada gestión de riesgos, la probabilidad es de 41.7%.

b. Deslizamientos de tipo rotacional y asentamiento del suelo.

Descripción del riesgo: El Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET) en abril del 2020 publica el Informe Técnico N° A7047 sobre Evaluación de Peligros por Deslizamientos en los centros poblados Colcas y Nuñumabamba donde indica que los deslizamientos y asentamientos son procesos de remoción de masa ocasionados por factores condicionantes como los sedimentos compuestos por material areno arcilloso y conglomerados poco compactos; además indica que los factores desencadenantes son el agua de escorrentía y los sismos.

Impacto económico del riesgo: Según el Reporte Complementario N° 1877 – 25/2/2022 / COEN – INDECI / 17:30 horas (Reporte N° 2) sobre el Deslizamiento en el distrito de Cajabamba – Cajamarca, indica para la Municipalidad Distrital de Cajabamba se le asignó en el PIA 2022 la cantidad de S/ 953,750.00 para reducción de vulnerabilidad y atención de emergencia por desastres.

Los deslizamientos de tipo rotacional y asentamiento del suelo afectarían el PIA 2022 asignado al gobierno local de Cajabamba para la atención de este tipo de emergencias. Se utilizó el software @Risk edición 8. Se ingresó un porcentaje mínimo y uno máximo para el impacto económico del riesgo, considerando el 100% como valor estimado.

Mínimo : 90%
Máximo : 125%
Estimado : 100%

Tabla 34
Impacto económico del riesgo 4.3

Impacto económico Mínimo	Impacto económico Estimado	Impacto económico Máximo	Gestión de Riesgos
858,375.00	953,750.00	1'192,187.50	927,514.22

Figura 8

Histograma de frecuencias con la distribución PERT. Simulación para la gestión del riesgo 4.3

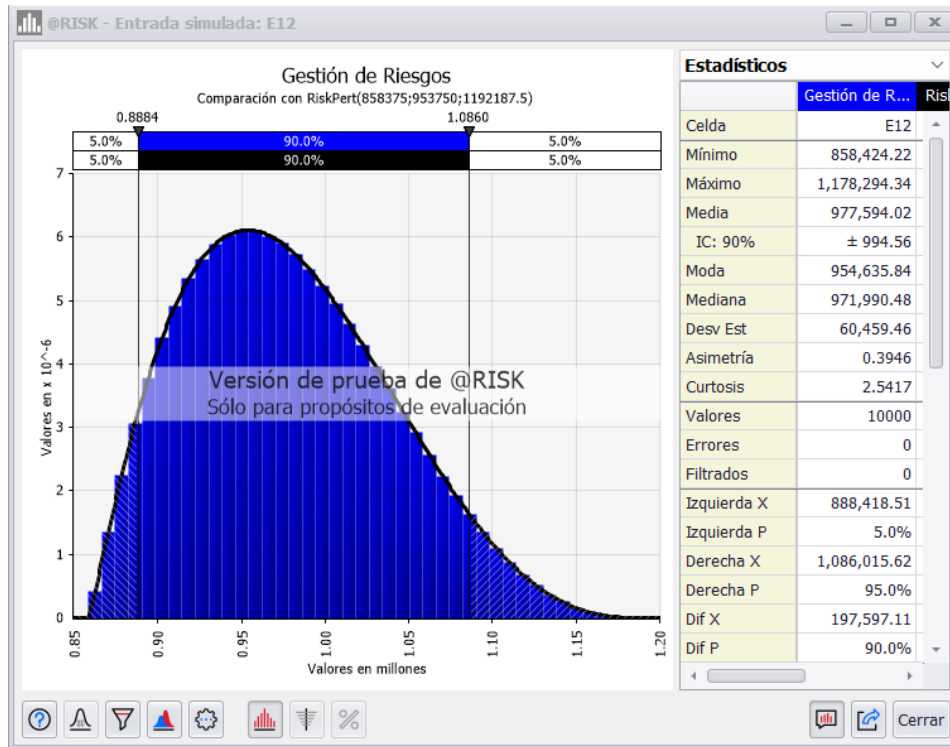
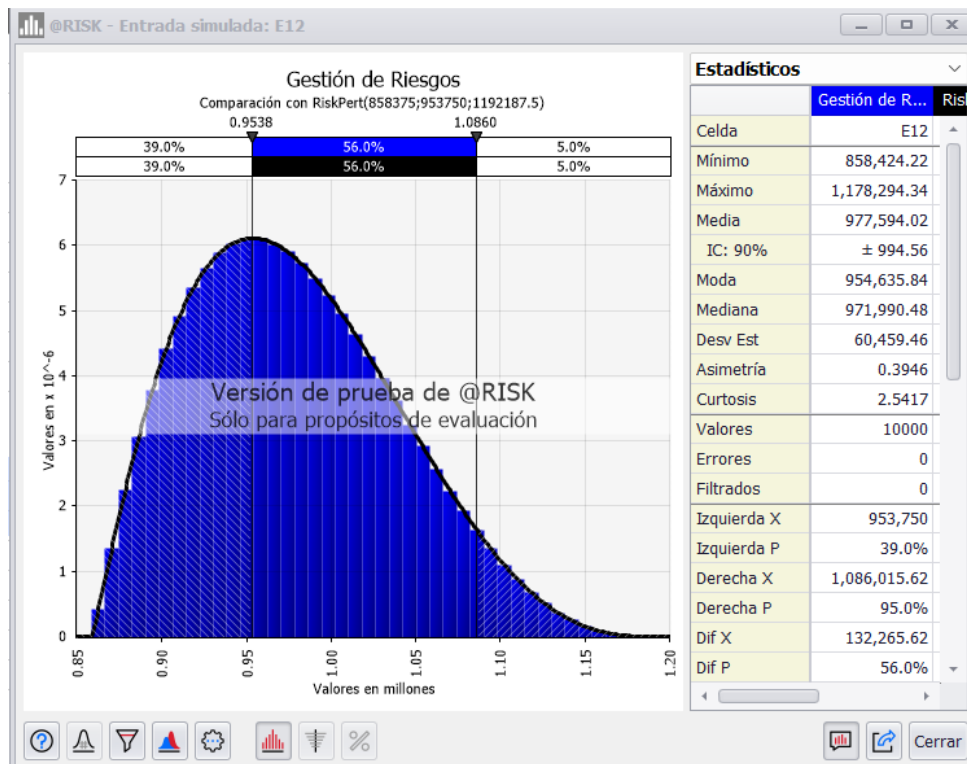


Figura 9

Histograma de frecuencias para determinar la probabilidad de no exceder el PIA 2022 asignado.



De la Figura 8 histograma de frecuencias, los ingresos necesarios para una confianza del 95.0% es de S/ 1'086,015.62. La contingencia resultante es de S/ 108,421.60.

De la Figura 9 se determinó que para cumplir con el PIA 2022, con la cantidad de S/ 953,750.00 para la Municipalidad Distrital de Cajabamba, con una adecuada gestión de riesgos, la probabilidad es de 39.0%.

c. Vías aledañas a la Red Vial CA-112 que no cumplen con la normativa vigente lo que genera restricción en tránsito y transporte de recursos.

Descripción del riesgo: Vías sin cunetas, con ancho de calzada con menos de 4 m, sin alcantarillas, sin pases de agua, ni pontones.

Impacto económico del riesgo: Según las Bases Estándar de Procedimiento Especial de Selección para el Servicio de Mantenimiento Periódico y Rutinario (Decreto de Urgencia N° 070-2020) del año 2020, se tenía como valor referencial la suma de S/876,927.60 para la “Contratación del servicio para la ejecución del mantenimiento periódico y rutinario del camino vecinal Emp. CA-112 (Hichabamba)-Hichabamba; Emp. CA-112 (Higosbamba)-Higosbamba; Emp. CA-112 (Desvío Huayllabamba)-Huayllabamba-Emp. Ca-112 (Tres Cruces); Huayllabamba-Loritos, de 10.288 km, distrito de Cajabamba, provincia de Cajabamba, departamento de Cajamarca. Tramo 07”.

La falta de gestión de riesgos en las vías aledañas a la Red Vial CA-112 que no cumplen con la normativa vigente afecta la inversión asignada al Mantenimiento Periódico y Rutinario de estas vías. Se utilizó el software @Risk edición 8. Se ingresó un porcentaje mínimo y uno máximo para el impacto económico del riesgo, considerando el 100% como valor estimado.

Mínimo : 90%
 Máximo : 130%
 Estimado : 100%

Tabla 35
Impacto económico del riesgo 3.3

Impacto económico Mínimo	Impacto económico Estimado	Impacto económico Máximo	Gestión de Riesgos
789,234.84	876,927.60	1'140,005.88	927,207.72

Figura 10

Histograma de frecuencias con la distribución PERT. Simulación para la gestión del riesgo 3.3

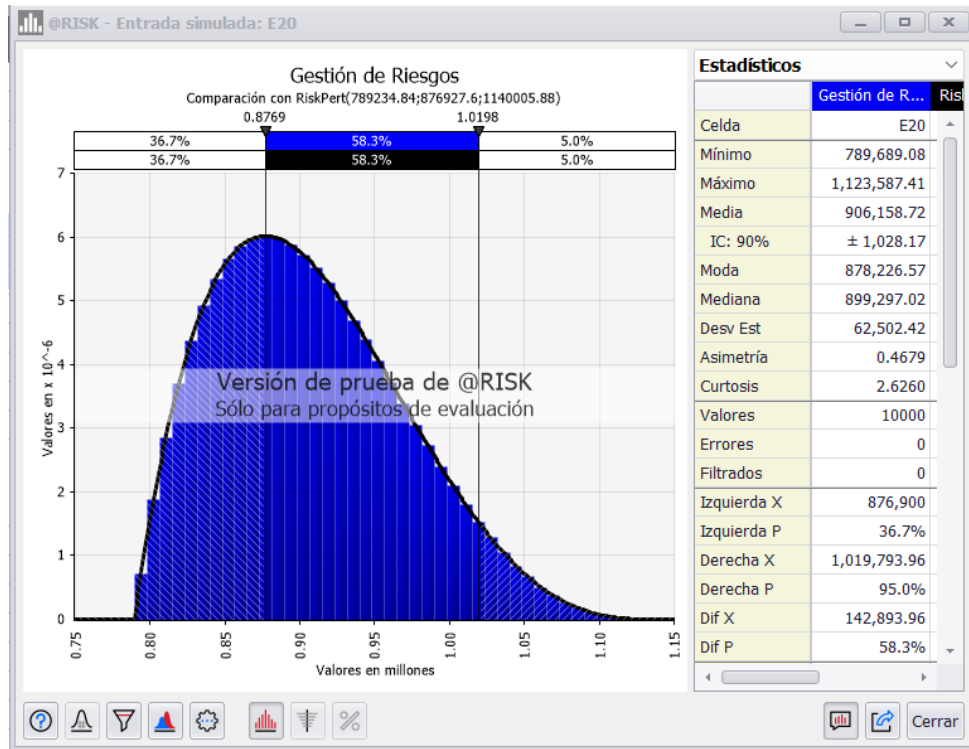
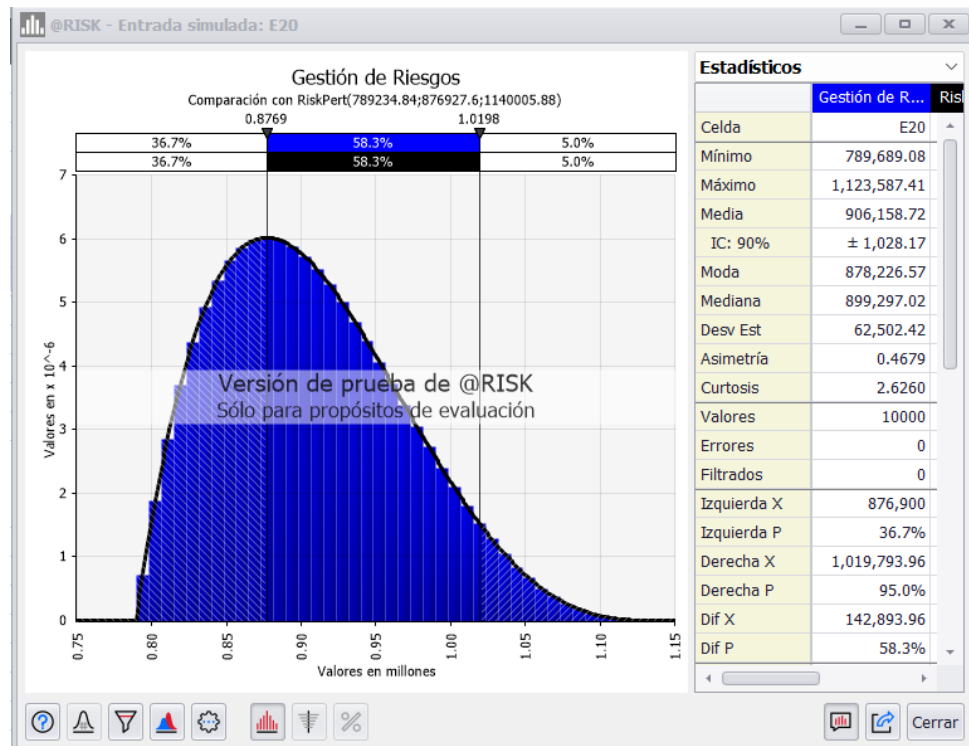


Figura 11

Histograma de frecuencias para determinar la probabilidad de ejecutar el Mantenimiento Periódico y Rutinario de las vías aledañas a la Red Vial CA-112.



De la Figura 10 histograma de frecuencias, los ingresos necesarios para una confianza del 95.0% es de S/ 1'019,793.96. La contingencia resultante es de S/ 113,635.24.

De la Figura 11 se determinó que para cumplir con el Mantenimiento Periódico y Rutinario de las vías aledañas a la Red Vial CA-112 que no cumplen con la normativa vigente, que tiene un valor referencial de S/ 876,927.60, con una adecuada gestión de riesgos, la probabilidad es de 36.7%.

d. Replanteo geométrico y topográfico, mejoramiento y rehabilitación de obras de arte, obras de drenaje y pontones en la Red Vial CA-112.

Descripción del riesgo: Aplicación de la ingeniería de tránsito para el replanteo de la Red Vial CA-112

Impacto económico del riesgo: En el mejoramiento de la Red Vial CA-112 se gastaría S/791,838.73, como se indica en la Tabla 36.

El replanteo geométrico y topográfico, mejoramiento y rehabilitación de obras de arte, obras de drenaje y pontones en la Red Vial CA-112 se ven afectados si no existe una gestión de riesgos oportuna en la vía.

Tabla 36

Costo de mejoramiento en Red Vial CA-112 Tramo: Cajabamba - Colcas

Ítem	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/	Parcial S/
01	Trabajos Preliminares				67,886.50
01.01	Cartel de obra 3.60x7.20m	und.	1.00	1,581.21	1,581.21
01.02	Movilización y desmovilización de equipos	glb	1.00	46,540.93	46,540.93
01.03	Topografía y georeferenciación	km	12.00	1,647.03	19,764.36
02	Movimiento de Tierras				723,952.23
02.01	Desbroce y limpieza de terreno	ha	4.52	8,407.26	38,000.82
02.02	Excavación de material en banco	m3	76,453.05	6.10	466,363.61
02.03	Relleno con material propio	m3	4,114.00	8.84	36,367.76
02.04	Perfilado y compactado de sub-rasante	m2	28,700.00	1.25	35,875.00
02.05	Mejoramiento de la vía a nivel sub-rasante	m3	4,954.44	29.74	147,345.05
Costo total					791,838.73

Nota: Adaptado de "Diseño para el mejoramiento de la carretera Higosbamba – Colcas, distrito Cajabamba - Cajabamba, Cajamarca 2018", por Diestra, J. E., 2018, p. 134 (<https://hdl.handle.net/20.500.12692/31083>).

Se utilizó el software @Risk edición 8. Se ingresó un porcentaje mínimo y uno máximo para el impacto económico del riesgo, considerando el 100% como valor estimado.

Mínimo : 90%
 Máximo : 120%
 Estimado : 100%

Tabla 37

Impacto económico del riesgo 1.4

Impacto económico Mínimo	Impacto económico Estimado	Impacto económico Máximo	Gestión de Riesgos
712,654.86	791,838.73	950,206.48	771,114.68

Figura 12

Histograma de frecuencias con la distribución PERT. Simulación para la gestión del riesgo 1.4

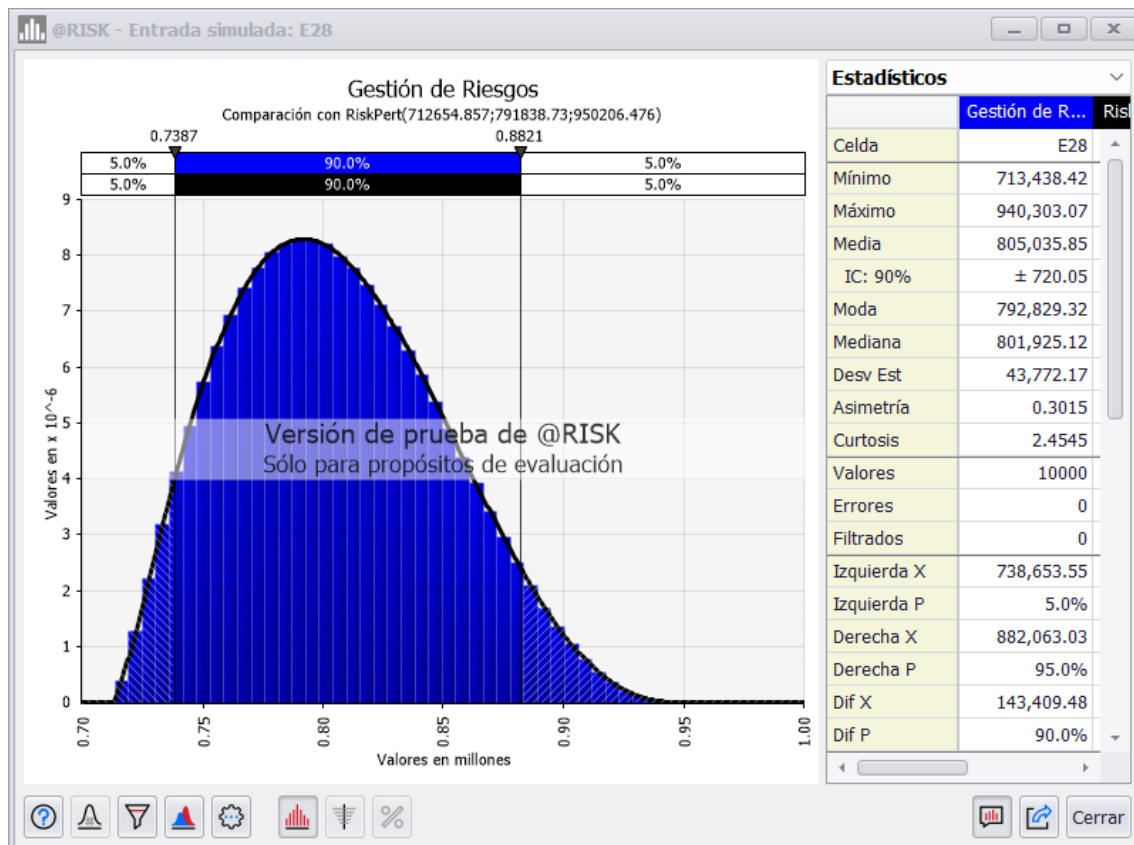
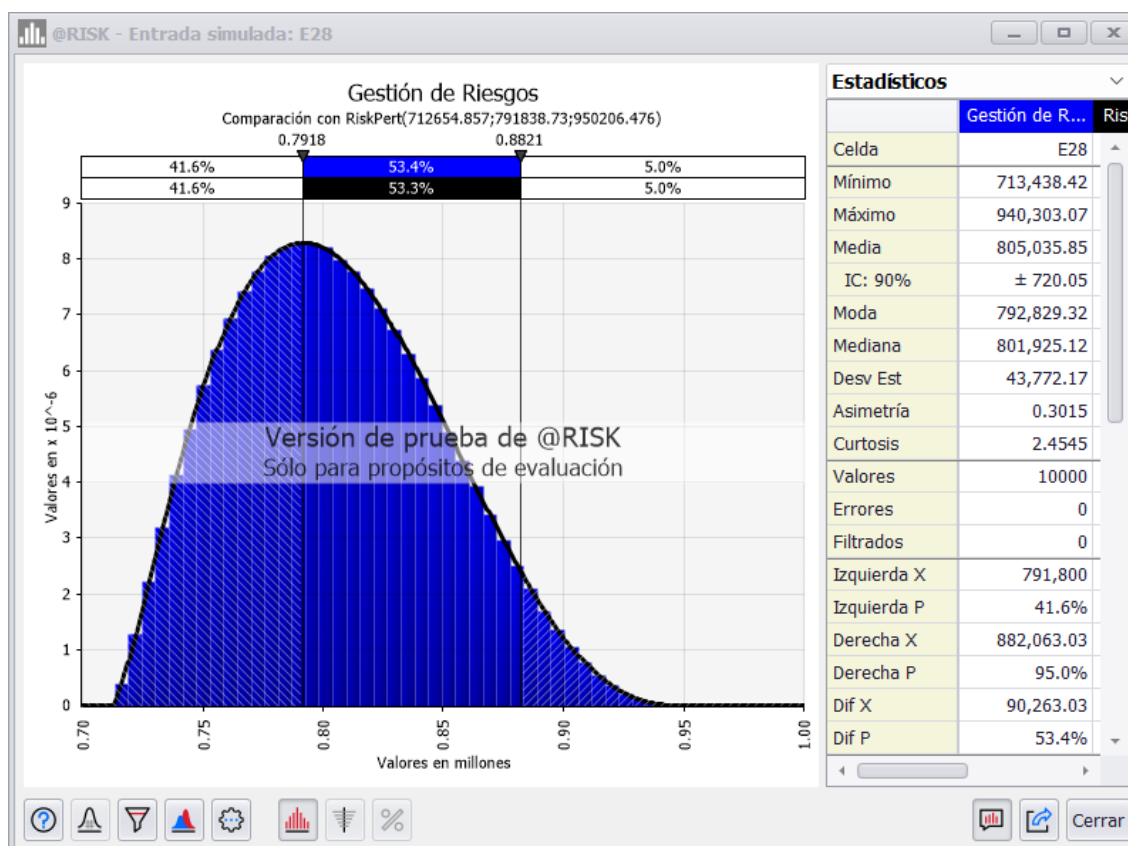


Figura 13

Histograma de frecuencias para determinar la probabilidad de cumplir con el presupuesto para el mejoramiento de la Red Vial CA-112.



De la Figura 12 histograma de frecuencias, los ingresos necesarios para una confianza del 95.0% es de S/ 882,063.03. La contingencia resultante es de S/ 77,027.18.

De la Figura 13 se determinó que para cumplir con el mejoramiento de la Red Vial CA-112, que tiene como presupuesto S/ 791,838.73, con una adecuada gestión de riesgos, la probabilidad es de 41.6%.

- e. Grietas en la Red Vial CA-112, baches, encalaminado, ahuellamiento, fallas en obras de arte, obras de drenaje y pontones.

Descripción del riesgo: Punto inicial: 825440.00 m, 9157177.00 m Altitud: 2650 m.s.n.m. Punto final: 817813.35 m, 9154968.26 m Altitud: 2165 m.s.n.m.

Impacto económico del riesgo: Según las Bases Estándar de Adjudicación Simplificada para la Contratación de Servicios en General (Décimo Segunda Disposición Complementaria Final del Reglamento) del año 2023, se tenía como valor referencial la suma de S/93,091.00 para la contratación del servicio de "Mantenimiento

Rutinario de la Carretera Departamental Ruta CA-112: Emp. PE-3N (Cajabamba) - Higosbamba - Colcas - Emp. CA -111 - (Dv. Colcas) Km. 00+000- Km 12+800) longitud efectiva: 12+800 Km.)”

La ausencia de gestión de riesgos ocasiona las grietas en la Red Vial CA-112, baches, encalaminado, ahuellamiento, fallas en obras de arte, obras de drenaje y pontones que a su vez afecta el presupuesto asignado al Mantenimiento Rutinario de la vía.

Se utilizó el software @Risk edición 8. Se ingresó un porcentaje mínimo y uno máximo para el impacto económico del riesgo, considerando el 100% como valor estimado.

Mínimo : 90%
Máximo : 130%
Estimado : 100%

Tabla 38

Impacto económico del riesgo 1.1

Impacto económico Mínimo	Impacto económico Estimado	Impacto económico Máximo	Gestión de Riesgos
83,781.90	93,091.00	121,018.30	95,237.62

Figura 14

Histograma de frecuencias con la distribución PERT. Simulación para la gestión del riesgo 1.1

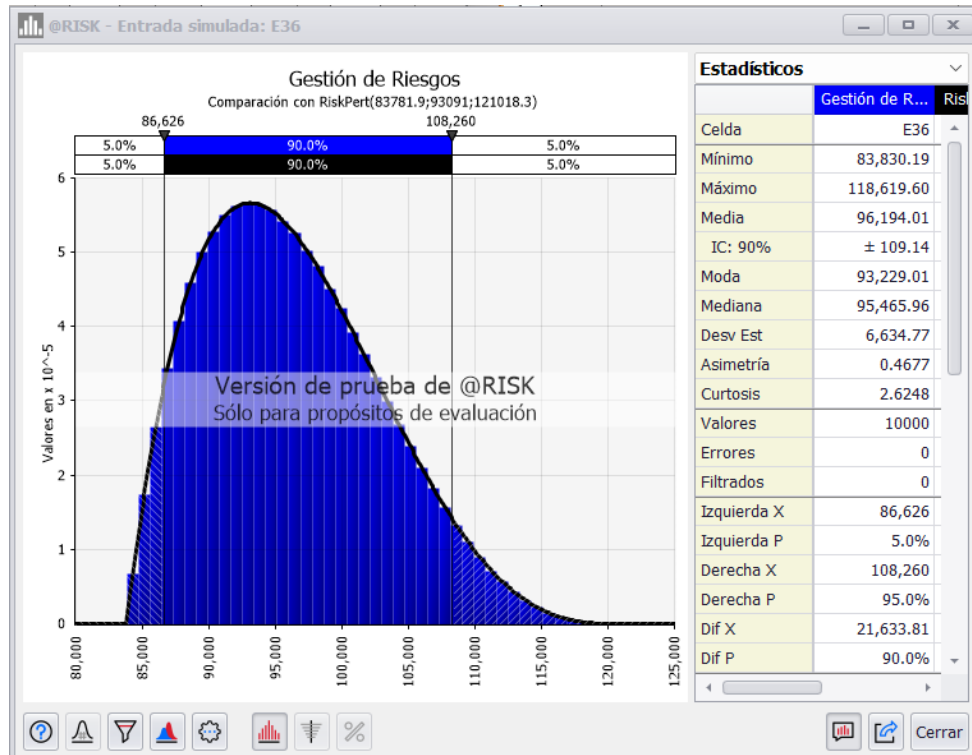
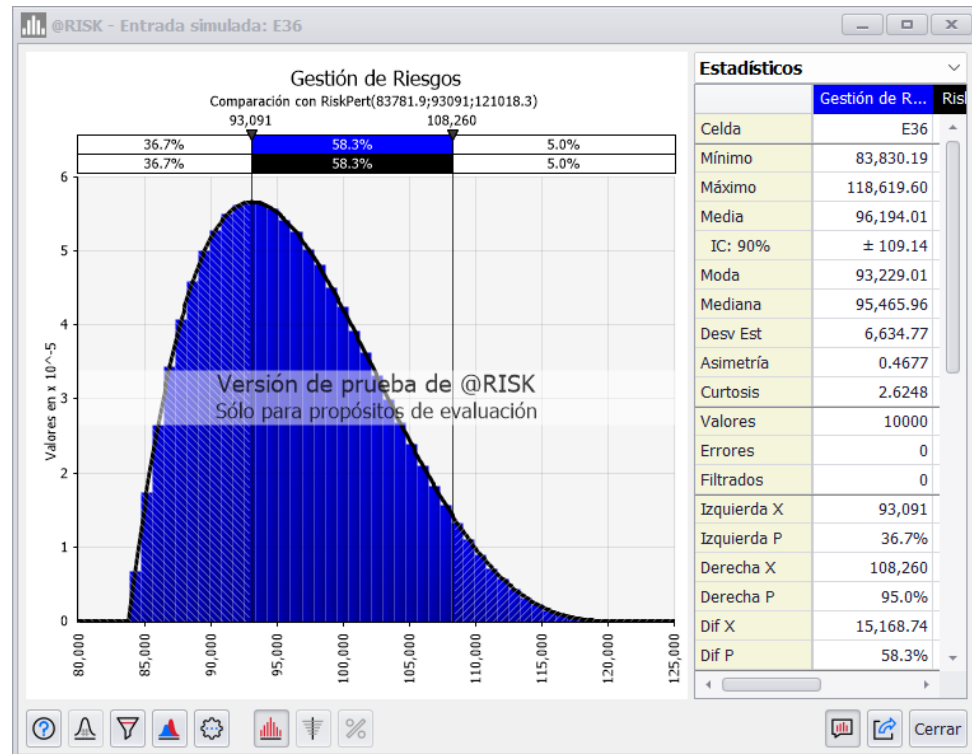


Figura 15

Histograma de frecuencias para determinar la probabilidad de ejecutar el Mantenimiento Rutinario de la Carretera Departamental Ruta CA-112.



De la Figura 14 histograma de frecuencias, los ingresos necesarios para una confianza del 95.0% es de S/ 108,259.74. La contingencia resultante es de S/ 12,065.73.

De la Figura 15 se determinó que para cumplir con el Mantenimiento Rutinario de la Red Vial CA-112, que tiene un valor referencial de S/93,091.00, con una adecuada gestión de riesgos, la probabilidad es de 36.7%.

f. Red Vial CA-112 sin mejoramiento, rehabilitación ni mantenimiento. Así como escasos proyectos para mejorar las condiciones de transitabilidad y serviciabilidad de la Red Vial CA-112.

Descripción del riesgo: Red Vial CA-112 sin intervención en los últimos años, por la falta de presupuesto asignado al gobierno regional y gobierno local

Impacto económico del riesgo: Según las Bases Integradas de la Adjudicación Simplificada N° 008-2022-GR-CAJ/DRTC del año 2022, se tenía como valor referencial la suma de S/64,000.00 para la contratación del Servicio de Consultoría para la Elaboración de Expediente Técnico del Servicio de Mantenimiento Periódico de la Carretera Departamental CA-112: Emp. PE-3N (Cajabamba) – Higosbamba – Colcas – Emp. CA-111 (Dv. Colcas), Longitud=12.80 km.

La falta de gestión de riesgos causa escasos proyectos de mejoramiento, rehabilitación y mantenimiento, que influye en el presupuesto asignado para elaboración de expedientes técnicos en la vía.

Se utilizó el software @Risk edición 8. Se ingresó un porcentaje mínimo y uno máximo para el impacto económico del riesgo, considerando el 100% como valor estimado.

Mínimo : 90%
Máximo : 125%
Estimado : 100%

Tabla 39
Impacto económico del riesgo 2.2

Impacto económico Mínimo	Impacto económico Estimado	Impacto económico Máximo	Gestión de Riesgos
57,600.00	64,000.00	80,000.00	68,102.34

Figura 16

Histograma de frecuencias con la distribución PERT. Simulación para la gestión del riesgo 2.2

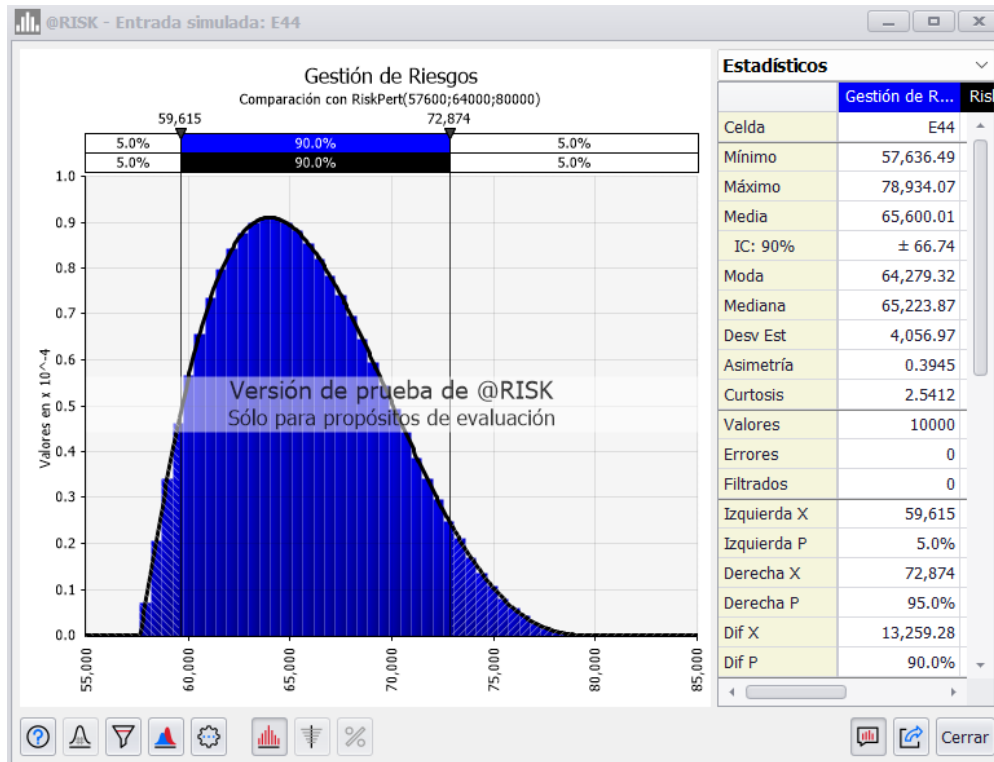
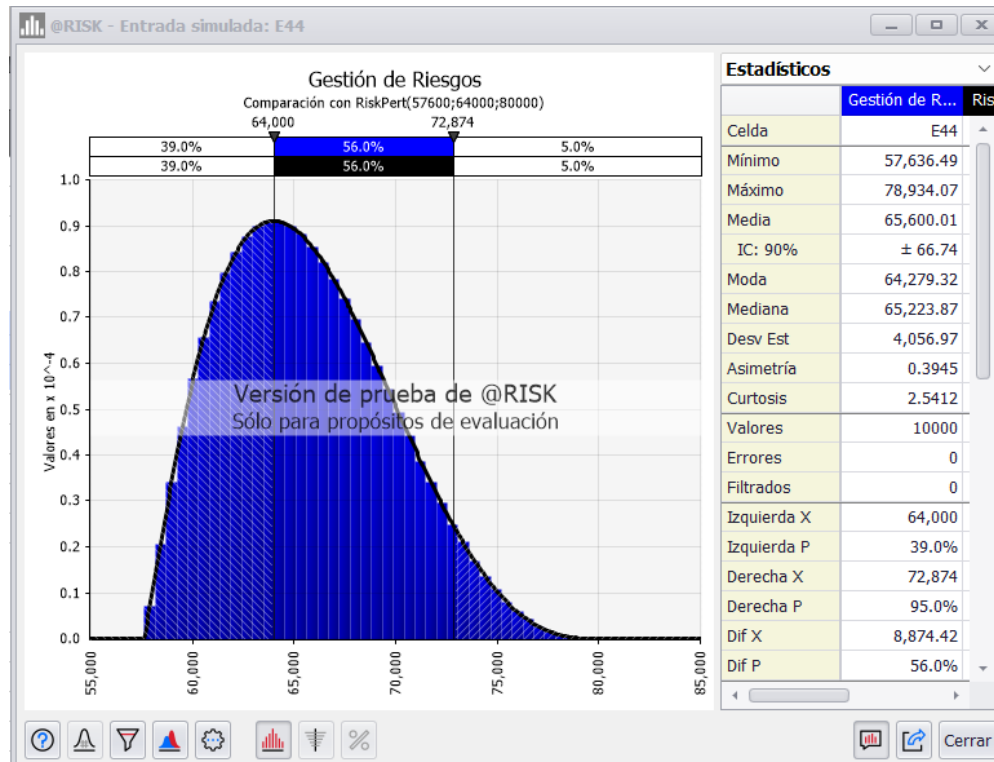


Figura 17

Histograma de frecuencias para determinar la probabilidad de elaboración de Expediente Técnico para el Mantenimiento Periódico de la Red Vial CA-112.



De la Figura 16 histograma de frecuencias, los ingresos necesarios para una confianza del 95.0% es de S/ 72,874.42. La contingencia resultante es de S/ 7,274.41.

De la Figura 17 se determinó que para cumplir con Servicio de Consultoría para la Elaboración de Expediente Técnico del Servicio de Mantenimiento Periódico de la Carretera Departamental CA-112: Emp. PE-3N (Cajabamba) – Higosbamba – Colcas – Emp. CA-111 (Dv. Colcas), Longitud=12.80 km, que tiene un valor referencial de S/64,000.00, con una adecuada gestión de riesgos, la probabilidad es de 39.0%.

g. Inadecuado mejoramiento, rehabilitación y/o mantenimiento en la Red Vial CA-112.

Descripción del riesgo: Falta de directivas y políticas que busquen intervenir la Red Vial CA-112 para adecuar sus necesidades a la actualidad considerando que su construcción es antigua

Impacto económico del riesgo: En el año 2023 se ejecuta el Mantenimiento Rutinario de la Carretera Departamental Ruta CA-112: Emp. PE-3N (Cajabamba) - Higosbamba - Colcas - Emp. CA -111 - (Dv. Colcas) Km. 00+000- Km 12+800 longitud efectiva: 12+800 Km, a cargo de la empresa Contratistas Generales Rodriguez Robles E.I.R.L. a quien se adjudicó la buena pro con el monto al 80% del valor referencial que corresponde a S/74,472.80.

La falta de gestión de riesgos causa un inadecuado mantenimiento rutinario a lo que se suma el bajo monto que se tiene como presupuesto. Se utilizó el software @Risk edición 8. Se ingresó un porcentaje mínimo y uno máximo para el impacto económico del riesgo, considerando el 100% como valor estimado.

Mínimo : 90%
Máximo : 130%
Estimado : 100%

Tabla 40
Impacto económico del riesgo 4.2

Impacto económico Mínimo	Impacto económico Estimado	Impacto económico Máximo	Gestión de Riesgos
67,025.52	74,472.80	96,814.64	68,487.32

Figura 18

Histograma de frecuencias con la distribución PERT. Simulación para la gestión del riesgo 4.2

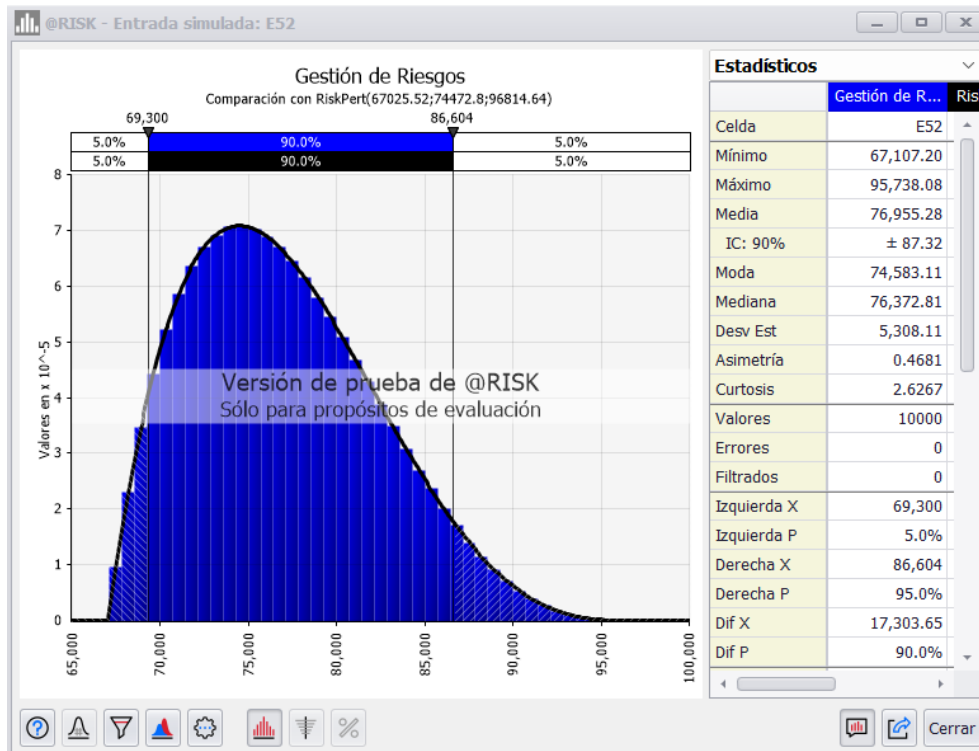
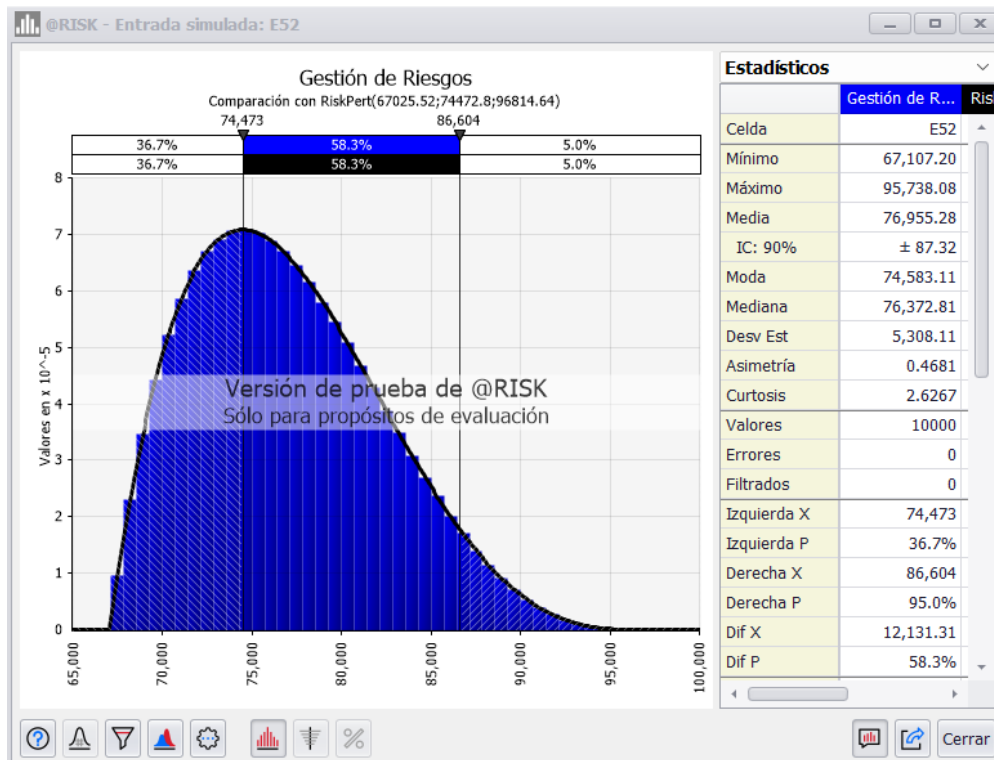


Figura 19

Histograma de frecuencias para determinar la probabilidad de ejecución del Mantenimiento Rutinario en la Red Vial CA-112.



De la Figura 18 histograma de frecuencias, el presupuesto necesario para una confianza del 95.0% es de S/86,604.11. La contingencia resultante es de S/ 9,648.83.

De la Figura 19 se determinó que para evitar el inadecuado mantenimiento Rutinario de la Red Vial CA-112, que tiene un presupuesto de S/74,472.80, con una adecuada gestión de riesgos, la probabilidad es de 36.7%.

5.1.2.4.3. Análisis de sensibilidad

Se realizó la sensibilidad del modelo utilizando un modelamiento de ocurrencia de eventos conjuntos, con distribución triangular aleatorio, con 100 simulaciones y 100,000.00 iteraciones en total.

Tabla 41

Impacto económico de los riesgos priorizados

Código	Riesgo	Nivel de Riesgo	Impacto económico
3.2	Incomunicación entre Cajabamba, Hichabamba, Higosbamba, Huayllabamba, Churucana y Colcas impidiendo el tránsito y transporte de recursos económicos.	0.7200	S/ 714,711.47
4.3	Deslizamientos de tipo rotacional y asentamiento del suelo.	0.7200	S/ 1'086,015.62
3.3	Vías aledañas a la Red Vial CA-112 que no cumplen con la normativa vigente lo que genera restricción en tránsito y transporte de recursos.	0.5850	S/ 1'019,793.96
1.4	Replanteo geométrico y topográfico, mejoramiento y rehabilitación de obras de arte, obras de drenaje y pontones en la Red Vial CA-112.	0.4550	S/ 882,063.03
1.1	Grietas en la Red Vial CA-112, baches, encalaminado, ahuellamiento, fallas en obras de arte, obras de drenaje y pontones.	0.4095	S/ 108,259.74
2.2	Red Vial CA-112 sin mejoramiento, rehabilitación ni mantenimiento. Así como escasos proyectos para mejorar las condiciones de transitabilidad y serviciabilidad de la Red Vial CA-112.	0.4025	S/ 72,874.42
4.2	Inadecuado mejoramiento, rehabilitación y/o mantenimiento en la Red Vial CA-112.	0.2500	S/ 86,604.11
Total			S/ 1,864,512.77

Se obtuvo el impacto medio total para la gestión de riesgos de S/ 1,243,008.45.

Figura 20

Simulación del impacto de riesgos combinados parte 1.

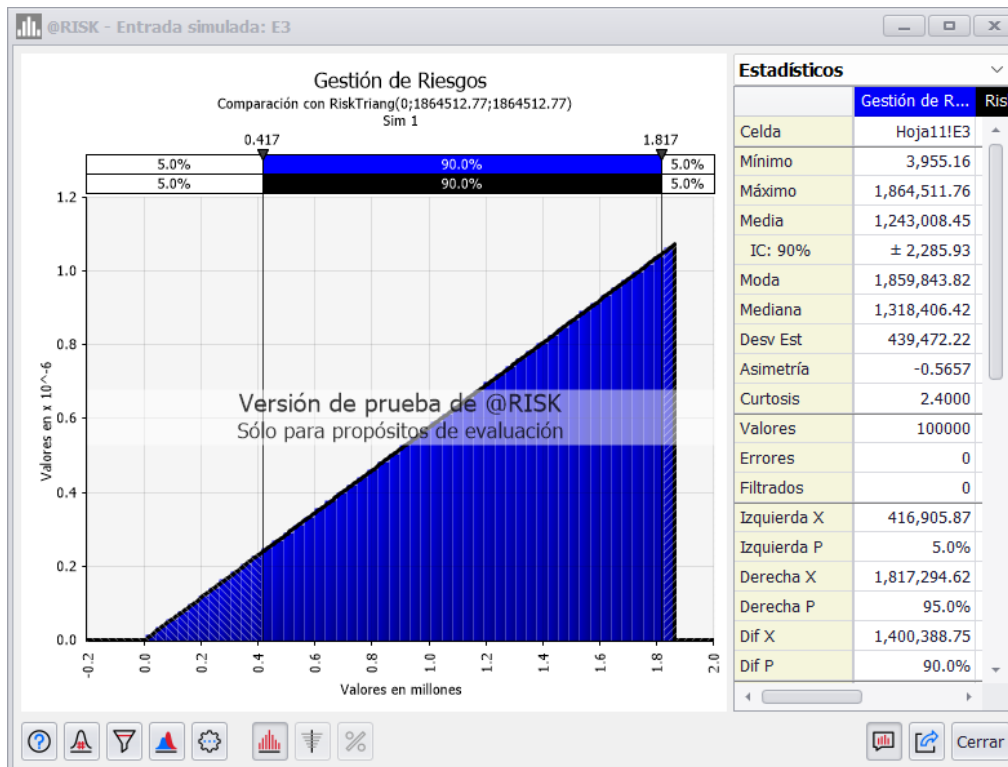
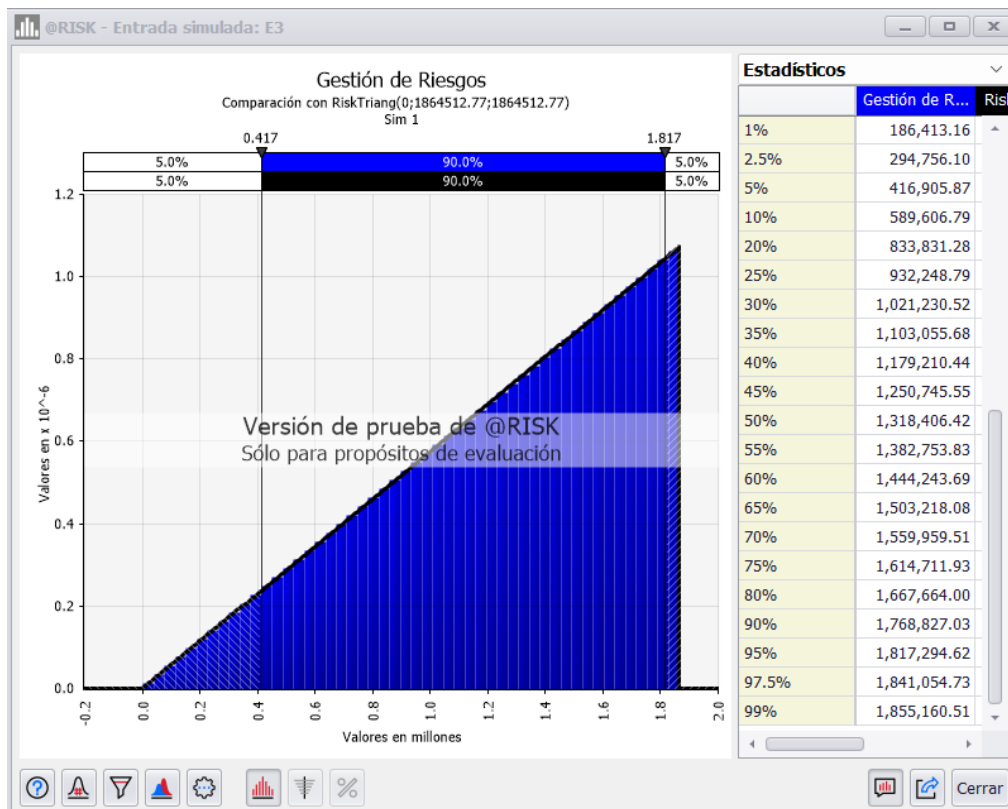


Figura 21

Simulación del impacto de riesgos combinados parte 2.



Se jerarquizó los riesgos, luego de ser procesado por el software @Risk edición 8, indicando los valores superiores e inferiores en caso el riesgo suceda.

Tabla 42

Jerarquización de riesgos

Jerarquía	Descripción	Inferior	Superior
1	Deslizamientos de tipo rotacional y asentamiento del suelo	S/858,867.30	S/1,183,370.05
2	Vías aledañas a la Red Vial CA-112 que no cumplen con la normativa vigente lo que genera restricción en tránsito y transporte de recursos.	S/789,417.39	S/1,130,303.66
3	Replanteo geométrico y topográfico, mejoramiento y rehabilitación de obras de arte, obras de drenaje y pontones en la Red Vial CA-112.	S/713,234.67	S/944,524.72
4	Incomunicación entre Cajabamba, Hichabamba, Higosbamba, Huayllabamba, Churucana y Colcas impidiendo el tránsito y transporte de recursos económicos.	S/577,906.86	S/765,063.19
5	Grietas en la Red Vial CA-112, baches, encalaminado, ahuellamiento, fallas en obras de arte, obras de drenaje y pontones	S/83,795.85	S/119,794.04
6	Inadecuado mejoramiento, rehabilitación y/o mantenimiento en la Red Vial CA-112.	S/67,039.63	S/96,047.30
7	Red Vial CA-112 sin mejoramiento, rehabilitación ni mantenimiento. Así como escasos proyectos para mejorar las condiciones de transitabilidad y serviciabilidad de la Red Vial CA-112.	S/57,620.09	S/79,390.97

5.1.2.4.4. Nivel de riesgo general

Se obtuvo como resultado como porcentaje de probabilidad e incidencia el 42.16% con un costo impacto de S/ 1,243,008.45.

5.1.2.5. Plan de mitigación y reducción de riesgos en la Red Vial CA-112 Tramo: Cajabamba – Colcas.

Tabla 43

Mitigación y reducción de riesgos técnicos

Código	Riesgos	Risk Owner	Estrategia	Acciones
1.1	Grietas en la Red Vial CA-112, baches, encalaminado, ahuellamiento, fallas en obras de arte, obras de drenaje y pontones.	Dirección Regional de Transportes y Comunicaciones Cajamarca	Mitigar	Mejoramiento oportuno de la Red Vial CA-112.
1.2	Obras de mejoramiento, rehabilitación, mantenimiento periódico y mantenimiento rutinario en la Red Vial CA-112.	Provías Descentralizado	Aceptar	Plan de uso vehicular y peatonal de vías alternas.
1.3	Arrastre de material rocoso y obstrucción en obras de arte, obras de drenaje y pontones.	Gobierno Provincial de Cajabamba	Mitigar	Mantenimiento periódico de la Red Vial CA-112.
1.4	Replanteo geométrico y topográfico, mejoramiento y rehabilitación de obras de arte, obras de drenaje y pontones en la Red Vial CA-112.	Dirección Regional de Transportes y Comunicaciones Cajamarca	Aceptar	Diálogo y acuerdos entre la entidad y población. Actualización del Plan Vial Provincial Participativo (PVPP) de la ciudad de Cajabamba
1.5	Rutas alternas de desvío de la Red Vial CA-112 hacia los caseríos de Hichabamba, Higosbamba, Huayllabamba y Churucana.	Gobierno Provincial de Cajabamba	Mitigar	Intervención de vías aledañas para que cumplan la normativa vigente.
1.6	Trazo geométrico y topográfico, proceso constructivo de obras de arte, obras de drenaje y pontones de la Red Vial CA-112.	Dirección Regional de Transportes y Comunicaciones Cajamarca	Aceptar	Supervisión de las obras en la vía y control simultáneo de la Contraloría.
1.7	Limitación para mejoramiento, rehabilitación, mantenimiento periódico y mantenimiento rutinario de la Red Vial CA-112.	Provías Descentralizado	Transferir	Gestión oportuna del Gobierno Regional para la intervención de la vía.

Tabla 44

Mitigación y reducción de riesgos de gestión

Código	Riesgos	Risk Owner	Estrategia	Acciones
2.1	Red Vial CA-112 con baches, encalaminado, ahuellamiento, sin drenaje, con pontones deteriorados, en malas condiciones para el tránsito.	Dirección Regional de Transportes y Comunicaciones Cajamarca	Mitigar	Proyectos de Inversión anual en la Red Vial CA-112.
2.2	Red Vial CA-112 sin mejoramiento, rehabilitación ni mantenimiento. Así como escasos proyectos para mejorar las condiciones de transitabilidad y serviciabilidad de la Red Vial CA-112.	Provías Descentralizado	Evitar	Inventario de Condición Vial semestral en la Red Vial CA-112.
2.3	Deficiente intervención en la Red Vial CA-112 así como pésima respuesta ante desastres naturales como sismos.	Dirección Regional de Transportes y Comunicaciones Cajamarca	Mitigar	Aplicación de Gestión de Riesgos en la Red Vial CA-112
2.4	Escasa inversión en la Red Vial CA-112 y falta de proyectos de intervención en obras de arte, obras de drenaje y pontones.	Provías Descentralizado	Aceptar	Elaboración de expedientes técnicos en la Red Vial CA-112.
2.5	Falta de asignación de presupuesto para mejoramiento, rehabilitación, mantenimiento periódico y mantenimiento rutinario de la Red Vial CA-112.	Ministerio de Transportes y Comunicaciones	Evitar	Gasto total del PIA anual asignado al Gobierno Regional.

Tabla 45

Mitigación y reducción de riesgos comerciales

Código	Riesgos	Risk Owner	Estrategia	Acciones
3.1	Pérdidas económicas por incomunicación entre los caseríos de Hichabamba, Higosbamba, Huayllabamba y Churucana.	Dirección Regional de Transportes y Comunicaciones Cajamarca	Mitigar	Proyectos de mejoramiento de vías alternas a la Red Vial CA-112.
3.2	Incomunicación entre Cajabamba, Hichabamba, Higosbamba, Huayllabamba, Churucana y Colcas impidiendo el tránsito y transporte de recursos económicos.	Gobierno Provincial de Cajabamba	Mitigar	Intervención de la Red Vial CA-112 por sectores, de esta manera no se afecta el tránsito en su totalidad.
3.3	Vías aledañas a la Red Vial CA-112 que no cumplen con la normativa vigente lo que genera restricción en tránsito y transporte de recursos.	Gobierno Provincial de Cajabamba	Evitar	Ampliación de las vías aledañas a la Red Vial CA-112, así como construcción de obras de arte y drenaje.

Tabla 46

Mitigación y reducción de riesgos externos

Código	Riesgos	Risk Owner	Estrategia	Acciones
4.1	Grietas en la Red Vial CA-112, obstrucción en obras de drenaje, fallas en obras de arte y pontones.	Dirección Regional de Transportes y Comunicaciones Cajamarca	Mitigar	Mantenimiento periódico de la Red Vial CA-112
4.2	Inadecuado mejoramiento, rehabilitación y/o mantenimiento en la Red Vial CA-112.	Dirección Regional de Transportes y Comunicaciones Cajamarca	Evitar	Monitoreo del Órgano de Control Institucional del Gobierno Local
4.3	Deslizamientos de tipo rotacional y asentamiento del suelo.	Provías Descentralizado	Mitigar	Proyectos de intervención de INDECI e INGEMMET
4.4	Falta de transparencia en procesos de licitación.	Dirección Regional de Transportes y Comunicaciones Cajamarca	Escalar	Fiscalización de la OSCE en los procesos de licitación.

5.1.2.5.1. Gestión de respuesta a riesgos

La gestión y seguimiento a los riesgos más incidentes se realizará con la siguiente ficha, de acuerdo a los riesgos priorizados:

Figura 22

Ficha de gestión de riesgos para el riesgo comercial 3.2

FICHA DE GESTIÓN DE RIESGOS EN LA RED VIAL CA-112				
Descripción	: Red Vial CA-112			
Progresivas	: Km. 01+400 - 02+680			
DATOS SOBRE EL RIESGO				
Categoría	: Riesgo Comercial	Código	: 3.2	
Riesgo	: Incomunicación entre Cajabamba, Hichabamba, Higosbamba, Huayllabamba, Churucana y Colcas impidiendo el tránsito y transporte de recursos económicos.			
Escala de Riesgos	Alto	Causa Raíz Falta de transitabilidad en la Red Vial CA-112		
	Medio			
	Bajo			
Descripción del Riesgo		Derivación		
En los caseríos aledaños a la Red Vial CA-112 se producen diversos recursos económicos que son el principal ingreso económico de las familias		Familias afectadas económicamente, niños sin ir al centro educativo y personas sin ser atendidas en centros de salud.		
Fecha de identificación		Fecha de cierre		
15 de agosto de 2022		20 de julio de 2023		
GESTIÓN DEL RIESGO				
Probabilidad	90%	Impacto Costo	48.00%	Calificación 72.00%
		Impacto Tiempo	32.00%	
Impacto económico	S/ 714,711.47	Estrategia de respuesta	Evitar	
Risk Owner	Gobierno Provincial de Cajabamba		Escarlar	
			Transferir	
			Mitigar	
Aceptar				
Plan de respuesta / Acciones	Intervención de la Red Vial CA-112 por sectores, de esta manera no se afecta el tránsito en su totalidad.			
AUDITORÍAS DEL RIESGO				
Tipo de revisión	Fecha de revisión		Fecha de siguiente revisión	
Trimestral	13 de setiembre de 2023		13 de diciembre de 2023	
Resultado de la auditoría				
Responsable de la auditoría				
Observaciones				

Figura 23

Ficha de gestión de riesgos para el riesgo externo 4.3

FICHA DE GESTIÓN DE RIESGOS EN LA RED VIAL CA-112			
Descripción	: Red Vial CA-112		
Progresivas	: Km. 01+400 - 02+680		
DATOS SOBRE EL RIESGO			
Categoría	: Riesgo Externo	Código	: 4.3
Riesgo	: Deslizamientos de tipo rotacional y asentamiento del suelo.		
Escala de Riesgos	Alto	Causa Raíz	
	Medio	Características geodinámicas, geológicas y geomorfológicas de la Red Vial CA-112.	
	Bajo		
Descripción del Riesgo		Derivación	
Geometría presente en el relieve, así como factores condicionantes y desencadenantes de los procesos de remoción de masa.		Agrietamiento de la calzada, obras de drenaje y obras de arte de la Red Vial CA-112.	
Fecha de identificación		Fecha de cierre	
15 de agosto de 2022		20 de julio de 2023	
GESTIÓN DEL RIESGO			
Probabilidad	90%	Impacto Costo	64.00%
		Impacto Tiempo	16.00%
Calificación	72.00%		
Impacto económico	S/ 1'086,015.62	Estrategia de respuesta	Evitar
Risk Owner	Provías Descentralizado		Escalar
			Transferir
			Mitigar
			Aceptar
Plan de respuesta / Acciones	Proyectos de intervención de INDECI e INGEMMET		
AUDITORÍAS DEL RIESGO			
Tipo de revisión	Fecha de revisión	Fecha de siguiente revisión	
Trimestral	13 de setiembre de 2023	13 de diciembre de 2023	
Resultado de la auditoría			
Responsable de la auditoría			
Observaciones			

Figura 24

Ficha de gestión de riesgos para el riesgo comercial 3.3

FICHA DE GESTIÓN DE RIESGOS EN LA RED VIAL CA-112			
Descripción	: Red Vial CA-112		
Progresivas	: Km. 01+400 - 02+680		
DATOS SOBRE EL RIESGO			
Categoría	: Riesgo Comercial	Código	: 3.3
Riesgo	: Vías aledañas a la Red Vial CA-112 que no cumplen con la normativa vigente lo que genera restricción en tránsito y transporte de recursos.		
Escala de Riesgos	Alto	Causa Raíz Diseño geométrico y trazo topográfico de la Red Vial CA-112	
	Medio		
	Bajo		
Descripción del Riesgo		Derivación	
Vías sin cunetas, con ancho de calzada con menos de 4 m, sin alcantarillas, sin pases de agua, ni pontones.		Red Vial CA-112 sin las condiciones geométricas para mejoramiento y sin las características para la aplicación de las 16 actividades de mantenimiento rutinario.	
Fecha de identificación		Fecha de cierre	
16 de agosto de 2022		25 de julio de 2023	
GESTIÓN DEL RIESGO			
Probabilidad	90%	Impacto Costo	25.00%
		Impacto Tiempo	40.00%
Impacto económico	S/ 1'019,793.96	Estrategia de respuesta	Evitar
			Escalar
Risk Owner	Gobierno Provincial de Cajabamba		Transferir
			Mitigar
			Aceptar
Plan de respuesta / Acciones	Ampliación de las vías aledañas a la Red Vial CA-112, así como construcción de obras de arte y drenaje		
AUDITORÍAS DEL RIESGO			
Tipo de revisión	Fecha de revisión	Fecha de siguiente revisión	
Trimestral	13 de setiembre de 2023	13 de diciembre de 2023	
Resultado de la auditoría			
Responsable de la auditoría			
Observaciones			

Figura 25

Ficha de gestión de riesgos para el riesgo técnico 1.4

FICHA DE GESTIÓN DE RIESGOS EN LA RED VIAL CA-112			
Descripción	: Red Vial CA-112		
Progresivas	: Km. 01+400 - 02+680		
DATOS SOBRE EL RIESGO			
Categoría	: Riesgo Técnico	Código	: 1.4
Riesgo	: Replanteo geométrico y topográfico, mejoramiento y rehabilitación de obras de arte, obras de drenaje y pontones en la Red Vial CA-112.		
Escala de Riesgos	Alto	Causa Raíz	
	Medio	Plan Vial Provincial Participativo (PVPP) de la ciudad de Cajabamba	
	Bajo		
Descripción del Riesgo		Derivación	
Aplicación de la ingeniería de tránsito para el replanteo de la Red Vial CA-112.		Desvío de la ruta de tránsito hacia vías aledañas a los caseríos de Hichabamba, Higosbamba, Huayllabamba y Churucana.	
Fecha de identificación		Fecha de cierre	
16 de agosto de 2022		25 de julio de 2023	
GESTIÓN DEL RIESGO			
Probabilidad	70%	Impacto Costo	40.00%
		Impacto Tiempo	25.00%
Impacto económico	S/ 882,063.03	Estrategia de respuesta	Evitar
Risk Owner	Dirección Regional de Transportes y Comunicaciones Cajamarca		Escalar
			Transferir
			Mitigar
Plan de respuesta / Acciones	Diálogo y acuerdos entre la entidad y población. Actualización del Plan Vial Provincial Participativo (PVPP) de la ciudad de Cajabamba.		
Acceptar			
AUDITORÍAS DEL RIESGO			
Tipo de revisión	Fecha de revisión	Fecha de siguiente revisión	
Trimestral	13 de setiembre de 2023	13 de diciembre de 2023	
Resultado de la auditoría			
Responsable de la auditoría			
Observaciones			

Figura 26

Ficha de gestión de riesgos para el riesgo técnico 1.1

FICHA DE GESTIÓN DE RIESGOS EN LA RED VIAL CA-112			
Descripción	: Red Vial CA-112		
Progresivas	: Km. 01+400 - 02+680		
DATOS SOBRE EL RIESGO			
Categoría	: Riesgo Técnico	Código	: 1.1
Riesgo	: Grietas en la Red Vial CA-112, baches, encalaminado, ahuellamiento, fallas en obras de arte, obras de drenaje y pontones.		
Escala de Riesgos	Alto	Causa Raíz	
	Medio	Diseño geométrico y trazo topográfico actual de la	
	Bajo	Red Vial CA-112	
Descripción del Riesgo		Derivación	
Punto inicial: 825440.00 m, 9157177.00 m Altitud: 2650 m.s.n.m. Punto final: 817813.35 m, 9154968.26 m Altitud: 2165 m.s.n.m		Falta de transitabilidad y serviciabilidad de la Red Vial CA-112.	
Fecha de identificación		Fecha de cierre	
17 de agosto de 2022		27 de julio de 2023	
GESTIÓN DEL RIESGO			
Probabilidad	90%	Impacto Costo	35.00%
		Impacto Tiempo	10.50%
Calificación	40.95%		
Impacto económico	S/ 108,259.74	Estrategia de respuesta	Evitar
Risk Owner	Dirección Regional de Transportes y Comunicaciones Cajamarca		Escalar
			Transferir
			Mitigar
			Aceptar
Plan de respuesta / Acciones	Mejoramiento oportuno de la Red Vial CA-112		
AUDITORÍAS DEL RIESGO			
Tipo de revisión	Fecha de revisión	Fecha de siguiente revisión	
Trimestral	13 de setiembre de 2023	13 de diciembre de 2023	
Resultado de la auditoría			
Responsable de la auditoría			
Observaciones			

Figura 27

Ficha de gestión de riesgos para el riesgo de gestión 2.2

FICHA DE GESTIÓN DE RIESGOS EN LA RED VIAL CA-112				
Descripción	: Red Vial CA-112			
Progresivas	: Km. 01+400 - 02+680			
DATOS SOBRE EL RIESGO				
Categoría	: Riesgo de Gestión	Código	: 2.2	
Riesgo	: Red Vial CA-112 sin mejoramiento, rehabilitación ni mantenimiento. Así como escasos proyectos para mejorar las condiciones de transitabilidad y serviciabilidad de la Red Vial CA-112.			
Escala de Riesgos	Alto	Causa Raíz Escasa aplicación de normativa del gobierno regional y gobierno local en temas de mejoramiento, rehabilitación y mantenimiento de redes viales departamentales.		
	Medio			
	Bajo			
Descripción del Riesgo		Derivación		
Red Vial CA-112 sin intervención en los últimos años, por la falta de presupuesto asignado al gobierno regional y gobierno local		Red Vial CA-112 predispuesta a sufrir daño ante desastres naturales como sismos		
Fecha de identificación		Fecha de cierre		
17 de agosto de 2022		27 de julio de 2023		
GESTIÓN DEL RIESGO				
Probabilidad	70%	Impacto Costo	40.00%	Calificación
		Impacto Tiempo	17.50%	
Impacto económico	S/ 72,874.42	Estrategia de respuesta	Evitar	
Risk Owner	Provías Descentralizado		Escalar	
			Transferir	
			Mitigar	
			Aceptar	
Plan de respuesta / Acciones	Inventario de Condición Vial semestral en la Red Vial CA-112			
AUDITORÍAS DEL RIESGO				
Tipo de revisión	Fecha de revisión	Fecha de siguiente revisión		
Trimestral	13 de setiembre de 2023	13 de diciembre de 2023		
Resultado de la auditoría				
Responsable de la auditoría				
Observaciones				

Figura 28

Ficha de gestión de riesgos para el riesgo externo 4.2

FICHA DE GESTIÓN DE RIESGOS EN LA RED VIAL CA-112			
Descripción	: Red Vial CA-112		
Progresivas	: Km. 01+400 - 02+680		
DATOS SOBRE EL RIESGO			
Categoría	: Riesgo Externo	Código	: 4.2
Riesgo	: Inadecuado mejoramiento, rehabilitación y/o mantenimiento en la Red Vial CA-112.		
Escala de Riesgos	Alto	Causa Raíz Normativa vigente en vías departamentales	
	Medio		
	Bajo		
Descripción del Riesgo		Derivación	
Falta de directivas y políticas que busquen intervenir la Red Vial CA-112 para adecuar sus necesidades a la actualidad considerando que su construcción es antigua		Red Vial CA-112 con más intervenciones en mejoramiento o rehabilitación en el año fiscal.	
Fecha de identificación		Fecha de cierre	
18 de agosto de 2022		28 de julio de 2023	
GESTIÓN DEL RIESGO			
Probabilidad	50%	Impacto Costo	30.00%
		Impacto Tiempo	20.00%
Impacto económico	S/ 86,604.11	Estrategia de respuesta	Calificación
			25.00%
Risk Owner	Dirección Regional de Transportes y Comunicaciones Cajamarca		Evitar
			Escalar
			Transferir
Plan de respuesta / Acciones	Monitoreo del Órgano de Control Institucional del Gobierno Local	Mitigar	
		Aceptar	
AUDITORÍAS DEL RIESGO			
Tipo de revisión	Fecha de revisión	Fecha de siguiente revisión	
Trimestral	13 de setiembre de 2023	13 de diciembre de 2023	
Resultado de la auditoría			
Responsable de la auditoría			
Observaciones			

5.2. Análisis, interpretación y discusión de resultados

5.2.1. Análisis, interpretación

La gestión de riesgos bajo el enfoque del PMBOK edición 7 para reducir la vulnerabilidad en la Red Vial CA-112 Tramo: Cajabamba - Colcas, está determinado por las siguientes categorías:

Tabla 47

Categorías del riesgo

Categorías	Factor de evaluación
Riesgo Comercial	Causa raíz del riesgo
Riesgo Externo	Derivación
Riesgo Técnico	Probabilidad de ocurrencia
Riesgo de Gestión	Impacto
	Calificación

Se priorizaron los riesgos, teniendo como resultado que el riesgo técnico tiene mayor incidencia. Con el nivel de riesgo, la probabilidad de ocurrencia e impacto, se calificó el riesgo comercial, riesgo externo, riesgo técnico y riesgo de gestión.

Tabla 48

Calificación de los riesgos priorizados

Riesgo	Calificación
Incomunicación entre Cajabamba, Hichabamba, Higosbamba, Huayllabamba, Churucana y Colcas impidiendo el tránsito y transporte de recursos económicos	72.00%
Deslizamientos de tipo rotacional y asentamiento del suelo	72.00%
Vías aledañas a la Red Vial CA-112 que no cumplen con la normativa vigente lo que genera restricción en tránsito y transporte de recursos	58.50%
Replanteo geométrico y topográfico, mejoramiento y rehabilitación de obras de arte, obras de drenaje y pontones en la Red Vial CA-112	45.50%
Grietas en la Red Vial CA-112, baches, encalaminado, ahuellamiento, fallas en obras de arte, obras de drenaje y pontones	40.95%
Red Vial CA-112 sin mejoramiento, rehabilitación ni mantenimiento. Así como escasos proyectos para mejorar las condiciones de transitabilidad y serviciabilidad de la Red Vial CA-112	40.25%
Inadecuado mejoramiento, rehabilitación y/o mantenimiento en la Red Vial CA-112	25.00%

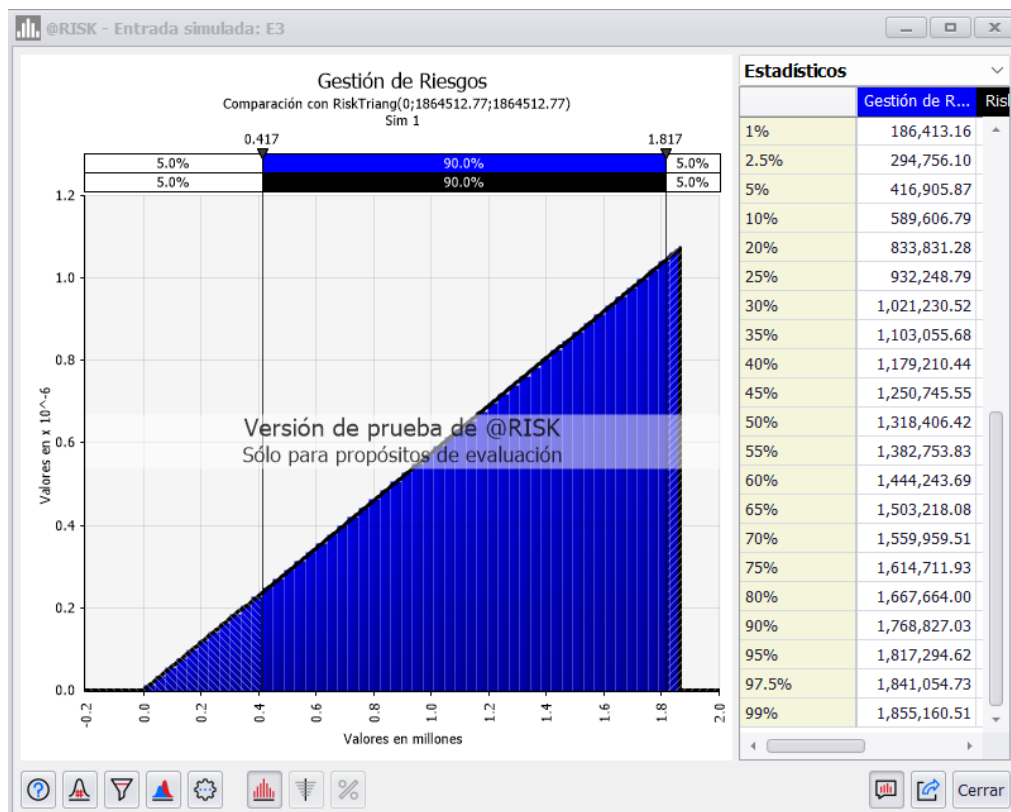
El riesgo técnico, riesgo comercial y riesgo externo son más frecuentes debido a las condiciones actuales de la Red Vial CA-112 Tramo: Cajabamba – Colcas y a los

desastres naturales que han ocurrido.

De los riesgos priorizados se realizó el análisis cuantitativo, utilizando el software Arc Gis 10.5, @ Risk edición 8, la simulación de Monte Carlo y el análisis de sensibilidad, donde se evaluó el impacto económico de cada riesgo priorizado en la Red Vial CA-112 Tramo: Cajabamba – Colcas, teniendo como resultado un impacto medio total para la gestión de riesgos de S/ 1,243,008.45 con incidencia del 42.16%.

Figura 29

Resultado del análisis cuantitativo para reducir la vulnerabilidad



Con el porcentaje de incidencia identificado y el costo de intervención calculado se reduce la vulnerabilidad siempre que se intervenga la Red Vial CA-112 Tramo: Cajabamba – Colcas de manera oportuna con los riesgos ya identificados, utilizando la guía del PMBOK edición 7 para la gestión de riesgos.

El plan de mitigación y reducción de riesgos en la Red Vial CA-112 Tramo: Cajabamba – Colcas, se elaboró siguiendo los estándares del PMBOK edición 7, indicando la necesidad de mitigar, evitar o aceptar el riesgo priorizado como estrategia para que las acciones propuestas se hagan realidad.

La gestión de los riesgos identificados, se esquematiza en las fichas presentadas y sirven para monitorear dichos riesgos y tener una gestión permanente para controlar las vulnerabilidades de la Red Vial CA-112 Tramo: Cajabamba – Colcas.

5.2.2. Discusión de resultados

En la presente investigación se determinó que la gestión de riesgos bajo el enfoque del PMBOK edición 7 influye en el costo de intervención de la Red Vial CA-112 Tramo: Cajabamba – Colcas, puesto que se obtuvo que la probabilidad de ocurrencia de los riesgos identificados es del 42.16% con un costo impacto de S/ 1,243,008.45, con este resultado y la gestión oportuna con las fichas realizadas en esta investigación, se reduce la vulnerabilidad que presenta esta vía.

En la investigación de Quito (2017) “Implementación del PMBOK para la gestión de riesgos en el proyecto mantenimiento periódico de camino vecinal Acovichay-Nueva Florida, Independencia-Huaraz-Periodo 2012” concluye que el riesgo disminuye con la aplicación del PMBOK además que se optimizan los recursos del Estado, que concuerda con el resultado obtenido en esta investigación.

Másar *et al.* (2019) en su artículo científico “The current state of project risk management in the transport sector” concluye sobre la importancia de utilizar métodos, técnicas y herramientas de gestión como el PMBOK en el ciclo de vida de un proyecto. Similar conclusión obtiene Jelena *et al.* (2023) en su artículo científico “The missing link between project and product risk management: From the review to the call to action”, resaltan la importancia de la guía del PMBOK en el proceso de gestión de riesgos dependiendo del tipo de proyecto en ingeniería. Estas conclusiones coinciden con el resultado obtenido en esta investigación, donde la utilización de los estándares del PMBOK en la gestión de riesgos en la Red Vial CA-112 ayudó a identificar los riesgos más incidentes en la Red Vial CA-112, a su vez ayudó a determinar el impacto económico de los riesgos y la incidencia de ocurrencia del 42.16%. En la investigación de Paredes (2018) “Gestión de riesgos bajo el enfoque del PMI en obras viales existentes – caso: Puente Bajo Grau, Arequipa - 2018” concluyen que la probabilidad de ocurrencia del riesgo es del 42%, similar al resultado de esta investigación.

Se ha demostrado en la presente investigación que la guía del PMBOK también es útil para proyectos que ya han finalizado y es necesario para la gestión en

intervenciones de las vías como lo son los mantenimientos, esta conclusión coincide con los resultados de la investigación de Pasco (2018) “Implementación del PMBOK para la reducción de riesgos en el mantenimiento de emergencia de la red vial Ancash, Tramo: Aczo-Llamellin-Mirgas Provincia de Antonio Raymondi-Ancash, 2015-2016”, similar conclusión de la investigación de Paredes (2018) “Gestión de riesgos bajo el enfoque del PMI en obras viales existentes – caso: Puente Bajo Grau, Arequipa - 2018”.

Para gestionar los riesgos en la Red Vial CA-112 fue eficaz el procedimiento usado por Vallejos (2022) en su investigación “Aplicación de la Metodología PMBOK para elaborar el Plan de Gestión de Riesgos del proyecto Carretera Costanera El Trópico – Huanchaco”; el mismo utilizado en esta investigación, pues los estándares del PMBOK, la identificación de los riesgos, análisis cualitativo y cuantitativo de los riesgos, planificación de la respuesta a los riesgos, control y monitoreo de los riesgos dan como resultado la reducción de la vulnerabilidad en la Red Vial CA-112 como factor del riesgo.

Con la guía del PMBOK se logró evitar o mitigar los riesgos priorizados en esta investigación, siendo parte del plan de mitigación de vulnerabilidades en la vía. A similar conclusión llegan Barghi y Shadrokh (2020) en su artículo científico “Qualitative and quantitative project risk assessment using a hybrid PMBOK model developed under uncertainty conditions”, donde resaltan la importancia de la guía PMBOK para mitigar la ocurrencia del riesgo.

Parte del análisis cualitativo es la identificación y priorización de los riesgos utilizando la estructura de desglose del trabajo (WBS) y la técnica Delphi, herramientas de trabajo para estructurar y clasificar los riesgos, utilizados por Barghi y Shadrokh (2020) en su artículo científico “Qualitative and quantitative project risk assessment using a hybrid PMBOK model developed under uncertainty conditions”; además, Másar *et al.* (2019) en su artículo científico “The current state of project risk management in the transport sector” también resaltan la importancia de la técnica Delphi en la gestión de riesgos. En la presente investigación queda demostrado que sí es importante y útil tanto la estructura de desglose del trabajo (WBS) como la técnica Delphi en el cumplimiento de objetivos para gestionar los riesgos.

En el análisis cuantitativo, para delimitar el riesgo en la Red Vial CA-112 e identificar que la vía necesita intervención con mejoramiento, rehabilitación y/o mantenimiento de acuerdo al riesgo, se utilizó Sistemas de Información Geográfica

(SIG) en este caso el ArcGis 10.5, herramienta útil dentro de este análisis cuantitativo. Por lo que se coincide con la conclusión a la que llega Borges *et al.* (2020) en su artículo científico “Multidimensional flood risk management under climate changes: Bibliometric analysis, trends and strategic guidelines for decision-making in urban dynamics”, pues el ArcGis sirvió para mejorar la toma de decisiones. Sin embargo, también queda demostrado que las fichas que utiliza Provías Descentralizado en la ejecución de Inventarios de Condición Vial, las cuales han sido adaptadas para la presente investigación, se complementan con el software ArcGis 10.5 y mejora la certeza de los resultados.

Para determinar los riesgos más incidentes como son:

- Incomunicación entre Cajabamba, Hichabamba, Higosbamba, Huayllabamba, Churucana y Colcas impidiendo el tránsito y transporte de recursos económicos.
- Deslizamientos de tipo rotacional y asentamiento del suelo.

La combinación de las fichas que utiliza Provías Descentralizado con el software ArcGis 10.5 fue importante y con esto se confirma la conclusión a la que llega Calderón (2020) en su artículo científico “The Influence of Knowledge Management in Peruvian Disaster Risk”, pues mientras más conocimiento tengamos sobre lo que estamos estudiando, la gestión de riesgos tendrá mayor validez.

La evaluación cualitativa y cuantitativa ayudaron a identificar los riesgos más incidentes y la probabilidad de ocurrencia del riesgo junto al impacto económico, con esto se logra optimizar los recursos del Estado y superar o reducir los riesgos. Esto coincide con la conclusión de Mohamed *et al.* (2018) en su artículo científico denominado “Special studies in management of construction project risks, risk concept, plan building, risk quantitative and qualitative analysis, risk response strategies”.

Tal como indica Dabbeek *et al.* (2020) en su artículo científico “Probabilistic earthquake and flood loss assessment in the Middle East” el riesgo causado por sismos es significativo en la gestión de riesgos, así se demostró en la presente investigación, donde se concluye que el deslizamiento de tipo rotacional y asentamiento del suelo es incidente para la gestión de riesgos.

Es así que se ha comprobado que es posible y significativo reducir la vulnerabilidad respecto al costo de intervención en la Red Vial CA-112 Tramo:

Cajabamba – Colcas, haciendo gestión de riesgos con la guía del PMBOK edición 7.

5.3. Contrastación de hipótesis

La investigación se desarrolló considerando la hipótesis de tipo descriptiva, demostrando que la gestión de riesgos bajo el enfoque del PMBOK edición 7 en la Red Vial CA-112 Tramo: Cajabamba - Colcas, influye en la reducción de la vulnerabilidad en menos del 50%.

Luego del análisis cualitativo y cuantitativo se obtuvo que la probabilidad de ocurrencia de los riesgos identificados es del 42.16% con un costo impacto de S/ 1,243,008.45. Este porcentaje obtenido ofrece mayor garantía en la reducción de la vulnerabilidad y al ser menos del 50%, corrobora la hipótesis formulada.

Las variables de la investigación fueron dos: variable 1 Gestión de riesgos y variable 2 Vulnerabilidad, las cuales fueron estudiadas en la investigación descriptiva, lo que permitió identificar los riesgos y priorizar dichos riesgos para que a través del análisis cualitativo y cuantitativo se elabore un plan de mitigación de riesgos.

En la prueba de hipótesis, las variables son la gestión de riesgos (X) y la vulnerabilidad (Y), se verificó que la variable X es importante para lograr que la variable Y se reduzca. La serviciabilidad y transitabilidad de la Red Vial CA-112 Tramo: Cajabamba – Colcas está asociado a la variable X y a la variable Y, ya que la vulnerabilidad se reduce con la gestión de riesgos.

$$X \rightarrow Y$$

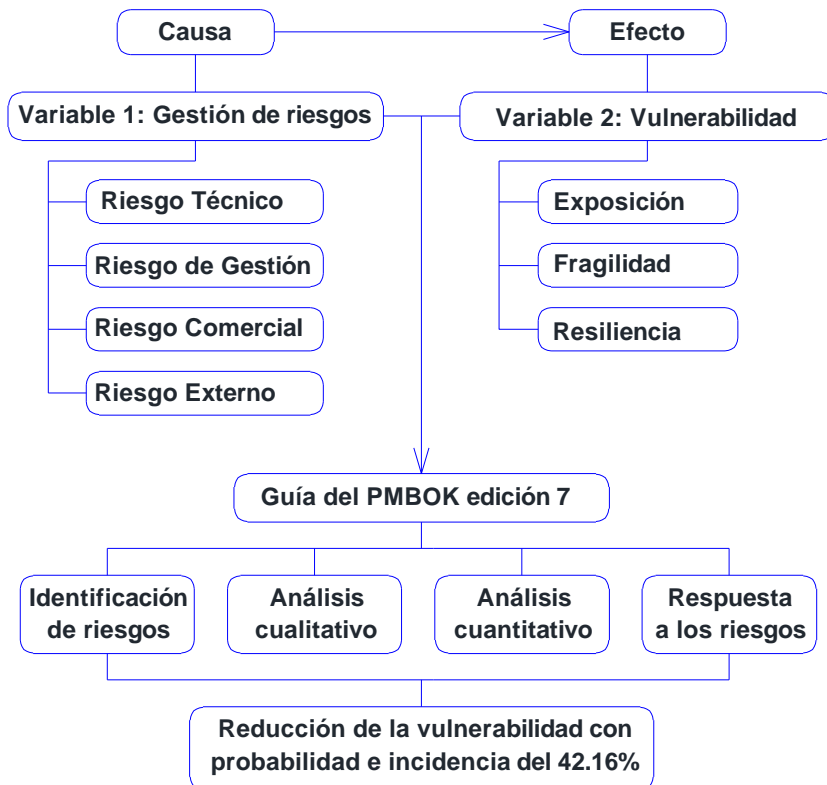
Además, la condición de la hipótesis es causal, porque la variable X y la variable Y se comportan como causales, presentando una relación de causa efecto entre ellas, puesto que la gestión de riesgos influye en la reducción de la vulnerabilidad.

$$X \text{ influye en } Y$$

Por consiguiente, se verificó y demostró cuantitativamente que la hipótesis de la investigación se formuló acorde con la realidad observada en la Red Vial CA-112 Tramo: Cajabamba – Colcas.

Figura 30

Condición causal de la hipótesis



CAPÍTULO VI

PROPUESTA

La Red Vial CA-112 Tramo: Cajabamba – Colcas está expuesta a peligros y vulnerabilidades que en conjunto ocasionan riesgos, con la presente investigación se plantea una metodología que utiliza la guía del PMBOK edición 7 para reducir la vulnerabilidad en este tipo de carreteras. Se establecen procesos para llegar a gestionar los riesgos con la guía del PMBOK edición 7, cada proceso contempla herramientas y métodos que se han utilizado y explicado en la investigación. Los procesos son:

Proceso 1: Planificar la gestión de riesgos

En este primer proceso se tiene que establecer el tiempo y recursos necesarios para cumplir con los demás procesos de acuerdo a las características y estado de la vía. Además, se identifican los responsables de donde se obtiene la información y se programa las salidas a campo para el registro de datos in situ. También en este proceso se gestionan los permisos necesarios para la recolección de información.

Proceso 2: Identificar los riesgos

En este segundo proceso se realiza la recolección de datos in situ y se visita los lugares que tienen información de la vía, como lo son la Municipalidad, el Gobierno Regional y Provías Descentralizado. También fue primordial la información de INGEMMET, INDECI, IGP.

En la recolección de información se delimita el área de estudio y las zonas de influencia. En este caso se realizó el estudio en campo de la Red Vial CA-112 Tramo: Cajabamba – Colcas, desde la progresiva Km. 00+000 al Km. 12+000, se hizo la recolección de información de las vías aledañas en los caseríos de Higosbamba, Churucana, Huayllabamba, Hichabamba y Colcas. Además, se obtuvo información actualizada de la Municipalidad Provincial de Cajabamba, Gobierno Regional (Dirección Regional de Transportes y Comunicaciones) y de Provías Descentralizado Sede Cajamarca.

Proceso 3: Realizar el análisis cualitativo de riesgos

Se identifica los riesgos (peligro y vulnerabilidad) haciendo uso de la estructura de desglose del trabajo (WBS). Para la presente investigación se identificó cuatro categorías: Riesgo técnico, Riesgo de Gestión, Riesgo Comercial y Riesgo Externo, con la técnica WBS se describió cada riesgo de estas categorías.

Se utiliza la técnica Delphi y fichas para ordenar la información que se tiene. En este caso se observa en los Anexos el uso de la técnica Delphi y fichas, como son: Tipología de la vía, Ficha técnica del camino departamental, Ficha de itinerario del camino departamental, Ficha técnica de daños en el camino departamental y Ficha técnica de calificación para cada tipo de falla.

En el análisis cualitativo de riesgos se identifica la causa raíz para los riesgos identificados según categorías. Se califica el grado de ocurrencia y se obtiene la frecuencia de los riesgos priorizados. Se realiza la valoración según la escala de riesgos y la derivación para cada uno de estos riesgos según categorías.

Se determina el nivel de riesgo multiplicando la probabilidad por el impacto ponderado según costo y tiempo para cada riesgo identificado en el proceso dos. Con estos pasos se calcula la calificación de los riesgos y se priorizan los riesgos de acuerdo al Teorema de Pareto, seleccionando los riesgos con calificación entre el 20% a 80%.

Proceso 4: Realizar el análisis cuantitativo de riesgos

Con el software ArcGIS 10.5 se delimita la zona de estudio y el área que afecta la vulnerabilidad en la Red Vial CA-112 Tramo: Cajabamba – Colcas. Se realiza la simulación de los riesgos priorizados con la simulación Monte Carlo y con el software @Risk edición 8.

Se describe el riesgo, para determinar el impacto económico de acuerdo a los antecedentes más recientes y se calcula el impacto. Se utiliza la distribución PERT, que recomienda el PMBOK edición 7 y se considera el porcentaje estimado, mínimo y máximo para la simulación en el software @Risk edición 8

Del procesamiento de los riesgos en el software @Risk edición 8 se obtiene la probabilidad de ocurrencia del riesgo y el impacto económico. Con estos datos se realiza el análisis de sensibilidad con 100 simulaciones y 100,000.00 iteraciones en

total.

Para la presente investigación se obtuvo un impacto económico medio total de S/ 1,243,008.45 con porcentaje de probabilidad e incidencia del 42.16%.

Proceso 5: Planificar la respuesta a los riesgos

La planificación de la respuesta a los riesgos se logra identificando la estrategia a utilizar que es: evitar, escalar, transferir, mitigar, aceptar. En esta investigación se utilizó como estrategia mitigar y evitar los riesgos priorizados; se identificó la entidad responsable de la intervención en la vía y las acciones necesarias para lograr la reducción de la vulnerabilidad.

Proceso 6: Implementar la respuesta a los riesgos

En la implementación de la respuesta a los riesgos se identifica los responsables de ejecutar las acciones de mitigación de los riesgos, quienes tienen que ejecutar las acciones necesarias para reducir la vulnerabilidad en la vía.

En el caso de la presente investigación los responsables de ejecutar las acciones de los riesgos priorizados son: Gobierno Provincial de Cajabamba, Provias Descentralizado, Dirección Regional de Transportes y Comunicaciones Cajamarca.

Proceso 7: Monitorear los riesgos

En el proceso 7, se tiene que monitorear los riesgos utilizando fichas donde se registran datos del riesgo: categoría, código, riesgo, escala del riesgo, causa raíz, descripción del riesgo, derivación, fecha de identificación y fecha de cierre del riesgo. También se anota en la ficha la gestión del riesgo: probabilidad, impacto costo, impacto tiempo, calificación, impacto económico, responsable de la respuesta al riesgo, estrategia de respuesta, plan de respuesta y las acciones necesarias.

En la parte final de las fichas se registra las auditorías del riesgo, se identifica el tipo de revisión, fecha de revisión, fecha de siguiente revisión.

Con esto se logra la gestión de riesgos con la guía del PMBOK edición 7 y se reduce la vulnerabilidad de la Red Vial CA-112 tramo: Cajabamba – Colcas.

CONCLUSIONES

- En la Red Vial CA-112 Tramo: Cajabamba - Colcas, se identificaron los riesgos para luego realizar la gestión utilizando la guía del PMBOK edición 7, concluyendo que influye en el costo de intervención de la vía, reduciendo la vulnerabilidad. Se determinó que el impacto económico medio total de S/ 1,243,008.45 con porcentaje de probabilidad e incidencia del 42.16% del total de los riesgos priorizados. Con este resultado se interviene la Red Vial CA-112 Tramo: Cajabamba – Colcas de manera oportuna. Al ser el porcentaje de incidencia inferior al 50%, es factible reducir la vulnerabilidad en la vía, porque el riesgo que presenta la vía es medio y los costos son inferiores en comparación a lo que se gastaría si no hay una intervención a tiempo.
- Se identificaron los riesgos en la Red Vial CA-112 Tramo: Cajabamba – Colcas de acuerdo a cuatro categorías: Riesgo Técnico, Riesgo de Gestión, Riesgo Comercial y Riesgo Externo.
- Se analizó cualitativamente los riesgos obteniendo la calificación para los riesgos priorizados:
 - Incomunicación entre Cajabamba, Hichabamba, Higosbamba, Huayllabamba, Churucana y Colcas impidiendo el tránsito y transporte de recursos económicos, 72.00%
 - Deslizamientos de tipo rotacional y asentamiento del suelo, 72.00%
 - Vías aledañas a la Red Vial CA-112 que no cumplen con la normativa vigente lo que genera restricción en tránsito y transporte de recursos, 58.50%
 - Replanteo geométrico y topográfico, mejoramiento y rehabilitación de obras de arte, obras de drenaje y pontones en la Red Vial CA-112, 45.50%
 - Grietas en la Red Vial CA-112, baches, encalaminado, ahuellamiento, fallas en obras de arte, obras de drenaje y pontones, 40.95%
 - Red Vial CA-112 sin mejoramiento, rehabilitación ni mantenimiento. Así como escasos proyectos para mejorar las condiciones de transitabilidad y serviciabilidad de la Red Vial CA-112, 40.25%

- Inadecuado mejoramiento, rehabilitación y/o mantenimiento en la Red Vial CA-112, 25.00%

Se realizó el análisis cuantitativo teniendo como resultado el porcentaje de probabilidad e incidencia de 42.16% y el costo impacto de S/ 1,243,008.45 en la Red Vial CA-112 Tramo: Cajabamba – Colcas.

- Se elaboró el plan de mitigación y reducción de riesgos en la Red Vial CA-112 Tramo: Cajabamba – Colcas que contempla los siguientes ítems: identificación de las progresivas en estudio, categoría, código, riesgo, escala del riesgo, causa raíz, descripción del riesgo, derivación, fecha de identificación, fecha de cierre del riesgo, probabilidad, impacto costo, impacto tiempo, calificación, impacto económico, responsable de la respuesta al riesgo, estrategia de respuesta, plan de respuesta, acciones necesarias y auditorías.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda para futuras investigaciones:
 - Gestionar los riesgos en las vías vecinales y vías nacionales siguiendo los estándares de la guía del PMBOK edición 7, para reducir la vulnerabilidad y evitar pérdidas humanas y económicas ante la ocurrencia de desastres naturales.
 - Utilizar la versión actualizada de la guía del PMBOK en la gestión de riesgos, puesto que en cada actualización el PMI incorpora nuevo conocimiento que ayudará en la reducción de la vulnerabilidad, ya sea en costo, tiempo o recursos.
 - Sistematizar la gestión de riesgos de la Red Vial departamental mediante la utilización de software, donde se considere el ingreso y manejo de datos, para posteriormente ser vinculados a una data general.
 - Elaborar un plan de mitigación y reducción de riesgos en vías vecinales y vías nacionales, con la finalidad de utilizar adecuadamente los recursos del estado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (COEN), I. N. (2022). *Reporte Complementario N° 1877 - 25/2/2022 / COEN - INDECI / 17:30 horas (Reporte N° 2) Deslizamiento en el distrito de Cajabamba – Cajamarca*. Reporte, INDECI, Centro de Operaciones de Emergencia Nacional (COEN), Cajamarca. Recuperado el 14 de Agosto de 2023, de <https://portal.indeci.gob.pe/wp-content/uploads/2022/02/REPORTE-COMPLEMENTARIO-N%C2%BA-1877-25FEB2022-DESLIZAMIENTO-EN-EL-DISTRITO-DE-CAJABAMBA-CAJAMARCA-2.pdf>
- Alcántara Peña, J. C. (Noviembre de 2012). *PMBOK Universidad Autónoma de la Ciudad de México*. Recuperado el 30 de Marzo de 2021, de <http://pmbokuacm.weebly.com/gestioacuten-de-los-riesgos.html>
- Alcívar Loor, M. G. (Diciembre de 2016). Estructura de Desglose de Trabajo como herramienta para la Planificación de Proyectos. *Revista Riemat*, 1(2), 4. Recuperado el 14 de Enero de 2023
- Álvarez Torres, M. G. (28 de Enero de 2020). *Grupo Albe Consultoría*. Recuperado el 30 de Marzo de 2021, de <https://www.grupoalbe.com/consultoria-empresarial-3-conceptos-sobre-como-evaluar-los-riesgos-empresariales/#:~:text=%E2%80%9CImpacto%20es%20el%20conjunto%20de,controles%20actuales%20y%20su%20efectividad%E2%80%9D>.
- Barghi, B., & Shadrokh, S. S. (3 de Enero de 2020). Qualitative and quantitative project risk assessment using a hybrid PMBOK model developed under uncertainty conditions. *Heliyon*, 6(1), 22. doi:10.1016/j.heliyon.2019.e03097
- Borges Leal da Silva, L., Hazin Alencar, M., & Teixeira de Almeida, A. (15 de Septiembre de 2020). Multidimensional flood risk management under climate changes: Bibliometric analysis, trends and strategic guidelines for decision-making in urban dynamics. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 50(2020), 16. doi:10.1016/j.ijdrr.2020.101865
- Calderón Aguirre, C. D. (20 de Octubre de 2020). The Influence of Knowledge Management in Peruvian. *Gestión en el Tercer Milenio*, 23(45), 51-22. doi:10.15381/gtm.v23i45.18936
- Consejo Suramericano de Infraestructura y Planeamiento (COSIPLAN). (2016). *La Gestión de Riesgos de Desastres en COSIPLAN: Metodología y aplicación en*

infraestructura de Chile y Perú. Instituto para la Integración de América Latina y el Caribe, Secretaría CCT Foro Técnico COSIPLAN-IIRS, Argentina. Obtenido de <https://www.flipsnack.com/IIRSA/metodologia-y-aplicacion-en-infraestructura-de-chile-y-peru.html>

Dabbeek, J., Silva, V., Galasso, C., & Smith, A. (13 de Mayo de 2020). Probabilistic earthquake and flood loss assessment in the Middle East. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 49(2020), 13. doi:10.1016/j.ijdr.2020.101662

Diestra, P. J. (2018). *Diseño para el mejoramiento de la carretera Higosbamba – Colcas, distrito Cajabamba - Cajabamba, Cajamarca 2018*. Tesis profesional, Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Trujillo. Recuperado el 20 de Agosto de 2023, de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/31083>

Dirección General de Caminos y Ferrocarriles (DGCF) – MTC. (24 de Julio de 2016). Clasificador de Rutas del Sistema Nacional de Carreteras (SINAC). Lima, Perú. Obtenido de <https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/documentos/D.S.%20N%C2%B0%20011-2016-MTC.pdf>

Dirección Regional De Transportes Y Comunicaciones (DRTC). (2023). *Bases Integradas de la Adjudicación Simplificada N° 008-2022-GR-CAJ/DRTC*. Bases Integradas, Dirección Técnico Normativa, Organismo Supervisor de las Contrataciones del Estado - OSCE, Cajamarca. Recuperado el 28 de Agosto de 2023

Equipo Técnico de Provías Descentralizado. (2016). *Guía para el cumplimiento de la meta 40 del Programa de Incentivos a la Mejora de la Gestión Municipal 2016 "Determinación del estado de transitabilidad y nivel de intervención de los caminos rurales"*. Provías Descentralizado. Lima: RHD Impresos Gráficos. Recuperado el 29 de Diciembre de 2022

Instituto Geológico, M. y. (2020). *Evaluación de Peligros por Deslizamientos en los Centros Poblados Colcas y Nuñumabamba*. Cajabamba: INGEMMET. Recuperado el 20 de Agosto de 2023, de https://repositorio.ingemmet.gob.pe/bitstream/20.500.12544/2738/1/A7047-Evaluaci%C3%B3n_peligros_deslizamientos_Colcas_Nu%C3%B1umabamba-Cajamarca.pdf

- Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI). (2019). *COMPENDIO ESTADÍSTICO DEL INDECI 2019 EN LA PREPARACIÓN, RESPUESTA Y REHABILITACIÓN DE LA GRD*. Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI), Lima. Obtenido de <http://bvpad.indeci.gob.pe>
- Masár, M., Hudáková, M., Simák, L., & Brezina, D. (30 de julio de 2019). The current state of project risk management in the transport sector. *Transportation Research Procedia*, 40(2019), 1119-1126. doi:10.1016/j.trpro.2019.07.156
- Ming, Z., Xiang, L., & Zengfeng, S. (9 de Junio de 2021). Development of decision support tool for clustering urban regional risk based on R-ArcGIS Bridge. *Applied Soft Computing*, 14. doi:<https://doi.org/10.1016/j.asoc.2021.107621>
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones - MTC. (2018). *"Glosario de términos" de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial*. Documento técnico, Lima. Recuperado el 31 de Marzo de 2021, de http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_4032.pdf
- Miranda Montoya, S. (2019). *Incidencia del peligro y la vulnerabilidad, en la determinación del riesgo de los sistemas de agua potable y saneamiento caso: sistema de agua potable y alcantarillado del Centro Poblado Huaraclla, Distrito de Jesús, Cajamarca 2018*. Universidad Nacional de Cajamarca, Escuela de Posgrado. Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca. Obtenido de <http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/3762/INCIDENCIA%20DE%20PELIGRO%20Y%20LA%20VULNERABILIDAD%2c%20EN%20LA%20DETERMINACION%20DEL%20RIESGO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Mohamed Keshk, A., Maarouf, I., & Annany, Y. (5 de Diciembre de 2018). Special studies in management of construction project risks, risk concept, plan building, risk quantitative and qualitative analysis, risk response strategies. *Alexandria Engineering Journal*, 57(4), 3179-3187. doi:10.1016/j.aej.2017.12.003
- Moreno Garrido, C., Sáez Ramos, R., & González Barrionuevo, F. (2007). *Guía geológica del Parque Natural Sierra Norte de Sevilla*. Andalucía, Andalucía, Andalucía. Obtenido de <http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/portalweb/menuitem.7e1cf46ddf59bb227a9ebe205510e1ca/?vgnnextoid=80aa3c058c00f110VgnVCM2>

00000624e50aRCRD&vgnnextchannel=c0bead1243185310VgnVCM200000
0624e50aRCRD

Municipalidad Provincial de Cajabamba (MPC). (2020). *Bases Estándar de Procedimiento Especial de Selección para el Servicio de Mantenimiento Periódico y Rutinario (Decreto de Urgencia N° 070-2020)*. Bases Estándar, Dirección Técnico Normativa, Organismo Supervisor de las Contrataciones del Estado - OSCE, Cajabamba. Recuperado el 15 de Julio de 2023

Municipalidad Provincial de Cajabamba. (2022). *Acuerdo de Concejo Municipal N° 070-2022-CPC*. Acta, Municipalidad Provincial de Cajabamba, Cajamarca, Cajabamba. Recuperado el 10 de Agosto de 2023

Palisade Minimize risk. Maximize potential. (2020). *@RISK 8 – Guía de inicio*. Palisade. Recuperado el 02 de Marzo de 2023

Paredes Pinto, J. C. (2019). *Gestión de riesgos bajo el enfoque del PMI en obras viales existentes – caso: Puente Bajo Grau, Arequipa - 2018*. Universidad Católica de Santa María, Escuela de Posgrado. Arequipa: Universidad Católica de Santa María. Obtenido de <http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/8914>

Pasco San Martin, A. V. (2018). *Implementación del PMBOK para la reducción de riesgos en el mantenimiento de emergencia de la red vial Ancash, Tramo: Aczo-Llamellin-Mirgas Provincia de Antonio Raymondi-Ancash, 2015-2016*. Universidad Nacional "Santiago Antúnez de Mayolo", Escuela de Posgrado. Huaraz: Universidad Nacional "Santiago Antúnez de Mayolo". Obtenido de <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/2761>

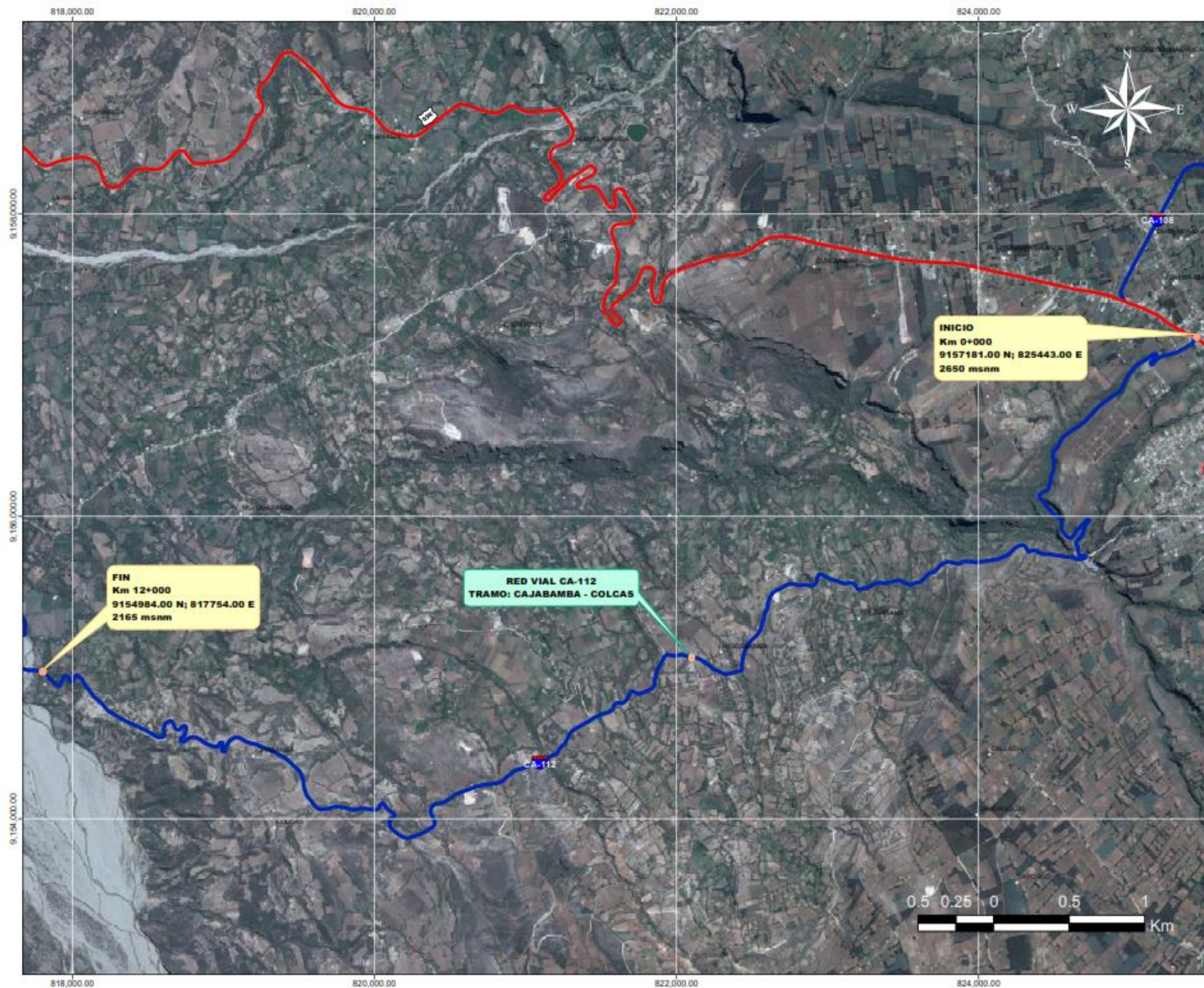
Petronijevic, J., Etienne, A., Bassetto, S., & Siadat, A. (16 de Agosto de 2023). The missing link between project and product risk management: From the review to the call to action. (Elsevier, Ed.) *Revista de Gestión de Ingeniería y Tecnología*, 69. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jengtecman.2023.101770>

Project Management Institute (PMI). (2017). *La guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK) / Project Management Institute (Sexta ed.)*. (P. M. Institute, Ed.) EE.UU., Pennsylvania , Newtown Square. Obtenido de www.PMI.org

- Quito Guerrero, E. V. (2017). *Implementación del PMBOK para la gestión de riesgos en el proyecto mantenimiento periódico de camino vecinal Acovichay-Nueva Florida, Independencia-Huaraz-Periodo 2012*. Universidad Nacional "Santiago Antúnez de Mayolo", Escuela de Posgrado. Huaraz: Universidad Nacional "Santiago Antúnez de Mayolo". Obtenido de <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/1892>
- Reguant Álvarez, M., & Torrado Fonseca, M. (7 de Enero de 2016). El método Delphi. *Revista d'Innovació i Recerca en Educació*, 87-102. Recuperado el 02 de Febrero de 2023
- Secretaria de Gestión del Riesgo de Desastres (SGRD). (2014). *Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres PLANAGERD 2014-2021*. Lima: Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú: N° 2014-13227. Obtenido de <http://www.pcm.gob.pe/wp-content/uploads/2018/01/PLANAGERD.pdf>
- Serpa Chavez, R. G., & Tineo Ramos, C. A. (2015). *Dirección de proyecto con aplicación de la guía del PMBOK®, en un proyecto de construcción de puente*. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Escuela de Posgrado. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10757/610523>
- Vallejos Sagástegui, J. (2022). *Aplicación de la Metodología PMBOK para elaborar el Plan de Gestión De Riesgos del proyecto Carretera Costanera El Trópico – Huanchaco*. Tesis de Maestría, Universidad Antenor Orrego, Ingeniería, Trujillo. Recuperado el 26 de Diciembre de 2023, de https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12759/9198/REP_JUNIOR.VALLEJOS_APLICACION.DE.LA.METODOLOGIA.PMBOK.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Varela Pizon, C. E. (2015). *Gestión de riesgos en la construcción de un carril de adelantamiento en la vía Chia- Mosquera- Girardot y ramal al Municipio de Soacha*. Universidad Militar Nueva Granada, Facultad de Ingeniería. Bogotá: Universidad Militar Nueva Granada. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10654/7762>
- Zavaleta Paredes, A. W. (2019). *Informe Geológico Delimitación de las zonas afectadas producto del movimiento sísmico en los caseríos de Hichabamba*,

Higosbamba, Huayllabamba y Churucana. Informe Geológico, Cajabamba.
Recuperado el 30 de Marzo de 2021

APÉNDICE I
PLANO DE UBICACIÓN



	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA	UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA	PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS	
	ASESOR: DR. JUAN ESTEBAN GONZALES GARCIA	TESISTA: ING. JANETH RODRIGUEZ VILLANUEVA		
	GESTIÓN DE RIESGOS BAJO EL ENFOQUE DEL PMBOK PARA REDUCIR LA VULNERABILIDAD EN LA RED VIAL CA-112 TRAMO: CAJABAMBA - COLCAS, DEPARTAMENTO CAJAMARCA 2021			
	SISTEMA NACIONAL DE CARRETERAS	ESC. 1 : 20,000	WGS 1984 UTM Zone 17S	

LEYENDA	
	VIA NACIONAL
	RED VIAL CA-112

CA-112

APÉNDICE II
TIPOLOGÍA DE LA RED VIAL CA-112 TRAMO: CAJABAMBA - COLCAS

Tabla 49

Factor relieve para cálculo de tipología

KILOMETRAJE	LONG KM	FACTOR RELIEVE 35%					
		PEND. LONG. 33%		Est. Talud 67%		Cálculo fórmula	FRE
		%	IPL	IET			
0 - 1	1	3.10	2	1.00	1.33	1.00	
1 - 2	1	3.90	2	1.00	1.33	1.00	
2 - 3	1	3.80	2	1.00	1.33	1.00	
3 - 4	1	3.80	2	1.00	1.33	1.00	
4 - 5	1	3.30	2	1.00	1.33	1.00	
5 - 6	1	8.80	3	1.00	1.66	2.00	
6 - 7	1	5.40	2	2.00	2.00	2.00	
7 - 8	1	5.40	2	1.00	1.33	1.00	
8 - 9	1	5.90	2	1.00	1.33	1.00	
9 - 10	1	6.70	3	1.00	1.66	2.00	
10 - 11	1	5.10	2	2.00	2.00	2.00	
11 - 12	1	5.50	2	1.00	1.33	1.00	

Tabla 50

Factor drenaje para cálculo de tipología

KILOMETRAJE	LONG KM	FACTOR DRENAJE 40%					
		Obras de Drenaje 33%		Precipitación 67%		Cálculo fórmula	FDR
		# O.D.	IOD	(mm-año)	IPLU		
0 - 1	1	1	1	900	2	1.7	2
1 - 2	1	1	1	900	2	1.7	2
2 - 3	1	1	1	900	2	1.7	2
3 - 4	1	1	1	900	2	1.7	2
4 - 5	1	3	2	900	2	2.0	2
5 - 6	1	5	3	900	2	2.3	2
6 - 7	1	0	1	900	2	1.7	2
7 - 8	1	2	1	900	2	1.7	2
8 - 9	1	4	2	900	2	2.0	2
9 - 10	1	5	3	900	2	2.3	2
10 - 11	1	1	1	900	2	1.7	2
11 - 12	1	3	2	900	2	2.0	2

Tabla 51

Factor calzada y vegetación para cálculo de tipología

				FACTORES				
KILOMETRAJE		LONG KM	CALZADA 10%		VEGETACION 15%			
			ANCHO 100% (m)	FCA	Ha/Km	FVE		
0	-	1	1	5.50	2	0.60	1	
1	-	2	1	5.56	2	0.24	1	
2	-	3	1	4.25	1	0.50	1	
3	-	4	1	4.17	1	0.50	1	
4	-	5	1	4.00	1	0.56	1	
5	-	6	1	4.50	1	1.05	2	
6	-	7	1	4.50	1	1.20	2	
7	-	8	1	4.50	1	1.65	2	
8	-	9	1	6.00	2	1.65	2	
9	-	10	1	5.50	2	1.20	2	
10	-	11	1	4.50	1	1.50	2	
11	-	12	1	5.50	2	1.65	2	

Tabla 52

Cálculo de tipología

FRE	FDR	FCA	FVE	TIPOLOGIA		NIVEL DE SERVICIO	RESULTADO FINAL	
				VALOR	TIPO		PROGRESIVA	TIPOLOGIA
1.00	2	2	1	1.50	I	B	0+000 AL 1+000	IB
1.00	2	2	1	1.50	I	B	1+000 AL 2+000	IB
1.00	2	1	1	1.40	I	B	2+000 AL 3+000	IB
1.00	2	1	1	1.40	I	B	3+000 AL 4+000	IB
1.00	2	1	1	1.40	I	B	4+000 AL 5+000	IB
2.00	2	1	2	1.90	II	B	5+000 AL 6+000	IIB
2.00	2	1	2	1.90	II	B	6+000 AL 7+000	IIB
1.00	2	1	2	1.55	II	B	7+000 AL 8+000	IIB
1.00	2	2	2	1.65	II	B	8+000 AL 9+000	IIB
2.00	2	2	2	2.00	II	B	9+000 AL 10+000	IIB
2.00	2	1	2	1.90	II	B	10+000 AL 11+000	IIB
1.00	2	2	2	1.65	II	B	11+000 AL 12+000	IIB

Tabla 53

Componentes del Factor Relieve (FRE), cálculo de la pendiente promedio desde la progresiva Km. 0+000 al Km. 12+000

Progresiva		Altitud	Longitud	Pendiente %	Pendiente	Pendiente
Inicio	Término				x	
					Longitud	
Km. 0+000 al Km 1+000						
0+000.	0+000.	2,763.00	0.00		0.00	
0+000.	0+300.	2,757.00	300.00	2.00%	600.00	3.10%
0+300.	0+360.	2,762.00	60.00	8.33%	500.00	
0+360.	0+930.	2,771.00	570.00	1.58%	900.00	
0+930.	1+000.	2,760.00	70.00	15.71%	1,100.00	
Km. 1+000 al Km 2+000						
1+000.	1+100.	2,830.00	100.00	9.00%	900.00	3.90%
1+100.	1+380.	2,833.00	280.00	1.07%	300.00	
1+380.	1+390.	2,834.00	10.00	10.00%	100.00	
1+390.	1+470.	2,832.00	80.00	2.50%	200.00	
1+470.	1+550.	2,838.00	80.00	7.50%	600.00	
1+550.	1+620.	2,832.00	70.00	8.57%	600.00	
1+620.	1+800.	2,839.00	180.00	3.89%	700.00	
1+800.	2+000.	2,834.00	200.00	2.50%	500.00	
Km. 2+000 al Km 3+000						
2+000.	2+100.	2,936.00	100.00	12.00%	1,200.00	3.80%
2+100.	2+190.	2,941.00	90.00	5.56%	500.00	
2+190.	2+801.	2,956.00	611.00	2.45%	1,500.00	
2+801.	3+000.	2,950.00	199.00	3.02%	600.00	
Km. 3+000 al Km 4+000						
3+000.	3+090.	2,986.00	90.00	2.22%	200.00	3.80%
3+090.	3+944.	3,013.00	854.00	3.16%	2,700.00	
3+944.	4+000.	3,004.00	56.00	16.07%	900.00	
Km. 4+000 al Km 5+000						
4+000.	4+360.	3,048.00	360.00	2.50%	900.00	3.30%
4+360.	4+380.	3,056.00	20.00	40.00%	800.00	
4+380.	4+480.	3,057.00	100.00	1.00%	100.00	
4+480.	4+535.	3,054.00	55.00	5.45%	300.00	
4+535.	4+752.	3,064.00	217.00	4.61%	1,000.00	
4+752.	5+000.	3,062.00	248.00	0.81%	200.00	
Km. 5+000 al Km 6+000						
5+000.	5+030.	3,117.00	30.00	3.33%	100.00	8.80%
5+030.	5+070.	3,118.00	40.00	2.50%	100.00	
5+070.	5+110.	3,124.00	40.00	15.00%	600.00	
5+110.	5+165.	3,129.00	55.00	9.09%	500.00	
5+165.	5+504.	3,162.00	339.00	9.73%	3,300.00	
5+504.	5+651.	3,176.00	147.00	9.52%	1,400.00	
5+651.	5+883.	3,193.00	232.00	7.33%	1,700.00	
5+883.	6+000.	3,204.00	117.00	9.40%	1,100.00	

Progresiva		Altitud	Longitud	Pendiente %	Pendiente x Longitud	Pendiente
Inicio	Término					
Km. 6+000 al Km 7+000						
6+000.	6+623.	3,263.00	623.00	3.05%	1,900.00	5.40%
6+623.	7+000.	3,298.00	377.00	9.28%	3,500.00	
Km. 7+000 al Km 8+000						
7+000.	7+060.	3,301.00	60.00	5.00%	300.00	5.40%
7+060.	7+180.	3,304.00	120.00	2.50%	300.00	
7+180.	7+618.	3,326.00	438.00	5.02%	2,200.00	
7+618.	7+915.	3,338.00	297.00	4.04%	1,200.00	
7+915.	8+000.	3,352.00	85.00	16.47%	1,400.00	
Km. 8+000 al Km 9+000						
8+000.	8+524.	3,396.00	524.00	5.73%	3,000.00	5.90%
8+524.	8+707.	3,405.00	183.00	4.92%	900.00	
8+707.	8+875.	3,414.00	168.00	5.36%	900.00	
8+875.	8+990.	3,424.00	115.00	8.70%	1,000.00	
8+990.	9+000.	3,423.00	10.00	10.00%	100.00	
Km. 9+000 al Km 10+000						
9+000.	9+051.	3,428.00	51.00	3.92%	200.00	6.70%
9+051.	9+314.	3,448.00	263.00	7.60%	2,000.00	
9+314.	9+438.	3,455.00	124.00	5.65%	700.00	
9+438.	9+547.	3,464.00	109.00	8.26%	900.00	
9+547.	9+691.	3,474.00	144.00	6.94%	1,000.00	
9+691.	10+000.	3,493.00	309.00	6.15%	1,900.00	
Km. 10+000 al Km 11+000						
10+000.	10+055.	3,495.00	55.00	3.64%	200.00	5.10%
10+055.	10+143.	3,503.00	88.00	9.09%	800.00	
10+143.	10+220.	3,509.00	77.00	7.79%	600.00	
10+220.	11+000.	3,544.00	780.00	4.49%	3,500.00	
Km. 11+000 al Km 12+000						
11+000.	11+613.	3,576.00	613.00	5.22%	3,200.00	5.50%
11+613.	11+780.	3,585.00	167.00	5.39%	900.00	
11+780.	11+920.	3,591.00	140.00	4.29%	600.00	
11+920.	11+932.	3,593.00	12.00	16.67%	200.00	
11+932.	11+980.	3,596.00	48.00	6.25%	300.00	
11+980.	12+000.	3,599.00	20.00	15.00%	300.00	

Tabla 54

Componentes del Factor Relieve (FRE), cálculo del índice de Estabilidad del Talud (IET) desde la progresiva Km. 0+000 al Km. 12+000


Progresiva		Talud h (ml)	Tipo de material	Estabilidad del talud	IET
Inicio	Término				
Km. 0+000 al Km 1+000					
0+000.	0+000.	1.00	MS	1	1.00
0+000.	0+300.	1.50	MS	1	
0+300.	0+360.	1.00	MS	1	
0+360.	0+930.	1.00	MS	1	
0+930.	1+000.	1.00	MS	1	
Km. 1+000 al Km 2+000					
1+000.	1+100.	2.00	MS	1	1.00
1+100.	1+380.	2.00	MS	1	
1+380.	1+390.	2.00	MS	1	
1+390.	1+470.	2.00	MS	1	
1+470.	1+550.	1.50	MS	1	
1+550.	1+620.	1.50	MS	1	
1+620.	1+800.	2.00	MS	1	
1+800.	2+000.	2.00	MS	1	
Km. 2+000 al Km 3+000					
2+000.	2+100.	2.50	MS	1	1.00
2+100.	2+190.	3.00	MS	1	
2+190.	2+801.	3.00	MS	1	
2+801.	3+000.	3.00	MS	1	
Km. 3+000 al Km 4+000					
3+000.	3+090.	2.50	MS	1	1.00
3+090.	3+944.	3.00	MS	1	
3+944.	4+000.	2.00	MS	1	
Km. 4+000 al Km 5+000					
4+000.	4+360.	2.00	MS	1	1.00
4+360.	4+380.	2.00	MS	1	
4+380.	4+480.	2.50	MS	1	
4+480.	4+535.	3.00	MS	1	
4+535.	4+752.	2.50	MS	1	
4+752.	5+000.	3.00	MS	1	
Km. 5+000 al Km 6+000					
5+000.	5+030.	2.00	MS	1	1.00
5+030.	5+070.	2.50	MS	1	
5+070.	5+110.	2.00	MS	1	
5+110.	5+165.	2.00	MS	1	
5+165.	5+504.	1.50	MS	1	
5+504.	5+651.	3.00	MS	1	
5+651.	5+883.	2.00	MS	1	
5+883.	6+000.	2.00	MS	1	
Km. 6+000 al Km 7+000					
6+000.	6+623.	3.00	MS	1	2.00

Progresiva		Talud h (ml)	Tipo de material	Estabilidad del talud	IET
Inicio	Término				
6+623.	7+000.	3.50	MS	3	
Km. 7+000 al Km 8+000					
7+000.	7+060.	2.00	MS	1	1.00
7+060.	7+180.	2.50	MS	1	
7+180.	7+618.	2.00	MS	1	
7+618.	7+915.	2.00	MS	1	
7+915.	8+000.	2.50	MS	1	
Km. 8+000 al Km 9+000					
8+000.	8+524.	2.00	MS	1	1.00
8+524.	8+707.	1.00	MS	1	
8+707.	8+875.	1.00	MS	1	
8+875.	8+990.	1.50	MS	1	
8+990.	9+000.	2.00	MS	1	
Km. 9+000 al Km 10+000					
9+000.	9+051.	2.00	MS	1	1.00
9+051.	9+314.	2.00	MS	1	
9+314.	9+438.	2.50	MS	1	
9+438.	9+547.	2.00	MS	1	
9+547.	9+691.	2.00	MS	1	
9+691.	10+000.	3.00	MS	1	
Km. 10+000 al Km 11+000					
10+000.	10+055.	3.50	MS	3	2.00
10+055.	10+143.	3.00	MS	1	
10+143.	10+220.	3.00	MS	1	
10+220.	11+000.	3.50	MS	3	
Km. 11+000 al Km 12+000					
11+000.	11+613.	2.00	MS	1	1.00
11+613.	11+780.	2.00	MS	1	
11+780.	11+920.	2.00	MS	1	
11+920.	11+932.	1.50	MS	1	
11+932.	11+980.	2.00	MS	1	
11+980.	12+000.	2.00	MS	1	


APÉNDICE III
RECOLECCIÓN DE DATOS

Figura 31

Ficha técnica de la Red Vial CA-112 Tramo: Cajabamba - Colcas



"Gestión de riesgos bajo el enfoque del PMBOK para reducir la vulnerabilidad en la Red Vial CA-112 Tramo: Cajabamba - Colcas, Departamento Cajamarca 2021"



FICHA TECNICA DEL CAMINO VECINAL

1. **Datos Responsable:** Fecha:
2. **Ubicación Política Administrativa:** **Cod. Ubigeo:**

Distrito(s): <input type="text" value="Cajabamba"/>	<input type="text" value="01"/>
Provincia(s): <input type="text" value="Cajabamba"/>	<input type="text" value="02"/>
Departamento: <input type="text" value="Cajamarca"/>	<input type="text" value="06"/>
3. **Datos del SINAC: Clasificador de Rutas Vigente Decreto Supremo N° 011-2016-MTC**

Jerarquía Vial: <input type="text" value="Red Vecinal"/>	Código de Ruta: <input type="text" value="CA-112"/>
Nombre: Red Vecinal CA-112 Tramo: Cajabamba - Colcas	
Trayectoria: <input type="text" value="Emp. PE-3N (Cajabamba) - Churucana - Higosbamba - Hichabamba - Emp. CA-111 (Dv. Colcas)."/>	
4. **Ubicación Geográfica:**

Inicio:	Descripción: <input type="text" value="Empalme Carretera Nacional PE-3N (Cajabamba)"/>
Progresiva:	<input type="text" value="0+000.00"/> Zona: <input type="text" value="17"/>
Cota:	<input type="text" value="2650"/> msnm
Coordenada (UTM - WGS84):	<input type="text" value="9157181.00 m N 825443.00 m E"/>
Fin:	Descripción: <input type="text" value="Colcas"/>
Progresiva:	<input type="text" value="12+000.00"/> Zona: <input type="text" value="17"/>
Cota:	<input type="text" value="2165"/> msnm
Coordenada (UTM - WGS84):	<input type="text" value="9154984.00 m N 817754.00 m E"/>

Nota: Adaptado de Provías Descentralizado. (2016). Determinación del Estado de Transitabilidad y Nivel de Intervención de los Caminos Rurales.

Tabla 55

Inventario en la Red Vial CA-112 Tramo: Cajabamba - Colcas

DESCRIPCIÓN	PROGRESIVA Km	OBSERVACIÓN	SECTOR	COORDENADAS UTM	
				ESTE	NORTE
Poste kilométrico	00+000		17 M	825443	9157181
Señal preventiva (izquierda)	00+300		17 M	825170	9157038
Señal preventiva (izquierda)	00+480		17 M	825145	9157057
Poste kilométrico	01+000		17 M	824783	9156718
Alcantarilla TMC Ø24"	01+520	L= 4.79 m	17 M	824499	9156316
Badén de piedra	01+670	L= 5.60 m, h= 4.00 m	17 M	824453	9156172
Poste kilométrico	02+000		17 M	824546	9155948
Alcantarilla TMC Ø36"	02+015	L= 5.00 m	17 M	824551	9155937
Señal preventiva (derecha)	02+235		17 M	824685	9155936
Señal preventiva (izquierda)	02+360		17 M	824708	9155934
Puente plataforma Madera estribos de concreto.	02+520	L= 10.50 m, h= 3.90 m, A= 20 m	17 M	824655	9155810
Alcantarilla TMC Ø36"	02+560	L= 8.20 m	17 M	824664	9155756
Puente concreto losa y estribos	02+680	L= 11.00 m, h= 3.40 m, A= 10 m	17 M	824675	9155715
Alcantarilla PVC Ø8"	02+860	L= 6.10 m	17 M	824489	9155749
Alcantarilla PVC Ø10"	02+910	L= 4.90 m	17 M	824436	9155751
Poste kilométrico	03+000		17 M	824368	9155782
Alcantarilla TMC Ø36"	03+040	L= 5.65 m	17 M	824327	9155771
Alcantarilla TMC Ø36"	03+360	L= 5.80 m	17 M	824029	9155702
Señal informativa (derecha)	03+500		17 M	823891	9155702
Dv. Carretera (izquierda)	03+530		17 M	823882	9155692
Pontón de madera	03+990	L= 5.50 m, h= 3.10 m, A= 3.90 m	17 M	823498	9155564
Poste kilométrico	04+000		17 M	823498	9155571
Alcantarilla TMC Ø36"	04+380	L= 5.85 m	17 M	823233	9155525
Tajea PVC Ø10"	04+484	L= 6.00 m	17 M	823058	9155575
Señal informativa (derecha)	04+600		17 M	822948	9155622

DESCRIPCIÓN	PROGRESIVA Km	OBSERVACIÓN	SECTOR	COORDENADAS UTM	
				ESTE	NORTE
Alcantarilla TMC Ø36"	04+720	L= 5.15 m	17 M	822891	9155541
Señal preventiva (derecha)	04+750		17 M	822867	9155553
Alcantarilla TMC Ø36"	04+800	L= 4.80 m	17 M	822810	9155548
Poste kilométrico	05+000		17 M	822627	9155488
Pontón losa concreto.	05+563	L= 5.00 m, h= 4.40 m, A= 1.00 m	17 M	822419	9154979
Dv. Huayllabamba señal informativa	05+700		17 M	822307	9154961
Poste kilométrico	06+000		17 M	822016	9155089
Señal informativa	06+100		17 M	821914	9155081
Alcantarilla TMC Ø36"	06+193	L= 5.00 m	17 M	821875	9154991
Pase de agua PVC Ø10"	06+343	L= 5.30 m	17 M	821831	9154862
Tajea PVC Ø8"	06+655	L= 4.60 m	17 M	821659	9154777
Alcantarilla TMC Ø36"	06+760	L= 6.70 m	17 M	821498	9154692
Señal informativa DV. Higosbamba	06+820		17 M	821449	9154668
Poste kilométrico	07+000		17 M	821298	9154573
Alcantarilla TMC Ø43"	07+280	L= 8.30 m	17 M	821137	9154367
Señal informativa (Colcas)	07+820		17 M	820635	9154196
Poste kilométrico	08+000		17 M	820474	9154125
Badén de Piedra	08+303	L= 5.40 m, h= 5.00 m	17 M	820339	9153916
Poste kilométrico	09+000		17 M	819875	9154066
Poste kilométrico	10+000		17 M	819110	9154539
Señal preventiva (derecha)	10+085		17 M	819025	9154506
Señal preventiva (izquierda)	10+200		17 M	818986	9154479
Señal preventiva (derecha)	10+860		17 M	818603	9154597
Poste kilométrico	11+000		17 M	818524	9154569
Alcantarilla TMC Ø36"	11+340	L= 5.00 m	17 M	818087	9154876
Alcantarilla losa concreto y madera	11+990	L= 4.20 m	17 M	817822	9154957
Fin de ruta	12+000		17 M	817754	9154984

.-

Tabla 56

Ficha técnica en la Red Vial CA-112 Tramo: Cajabamba - Colcas

Progresiva		Ancho de Vía (m)	Tipo de Daño	Código del tipo de daño	Nivel de Gravedad	Número de Baches	Ancho del Deterioro (m)	Longitud del Deterioro (m)	Área Deteriorada	Fecha
Del Km	Al Km									
Desde Km. 0+000 al Km. 0+500										
0+000.00	0+300.00	5.0	EROSION	2	2		0.40	300.0	120.0	11/04/2022
0+300.00	0+360.00	5.0	EROSION	2	3		0.50	60.0	30.0	11/04/2022
0+000.00	0+500.00	5.0	DEFORMACION	1	2		1.70	500.0	850.0	11/04/2022
Desde Km. 0+500 al Km. 1+000										
0+360.00	0+930.00	5.5	BACHES	3	2	5	0.85	570.0	484.5	11/04/2022
0+930.00	1+000.00	5.0	ENCALAMINADO	4	1		2.50	70.0	175.0	11/04/2022
0+500.00	1+000.00	5.5	DEFORMACION	1	3		2.50	500.0	1,250.0	11/04/2022
0+500.00	1+000.00	5.5	EROSION	2	2		0.50	500.0	250.0	11/04/2022
Desde Km. 1+000 al Km. 1+500										
1+000.00	1+100.00	6.5	BACHES	3	2	5	0.90	100.0	90.0	11/04/2022
1+100.00	1+380.00	5.0	EROSION	2	3		0.50	280.0	140.0	11/04/2022
1+380.00	1+390.00	7.0	BACHES	3	2	4	0.85	10.0	8.5	11/04/2022
1+390.00	1+470.00	5.0	ENCALAMINADO	4	1		2.30	80.0	184.0	11/04/2022
1+000.00	1+500.00	5.0	DEFORMACION	1	3		3.00	500.0	1,500.0	11/04/2022
Desde Km. 1+500 al Km. 2+000										
1+470.00	1+550.00	4.0	BACHES	3	1	5	0.85	80.0	68.0	11/04/2022
1+550.00	1+620.00	6.5	EROSION	2	2		0.50	70.0	35.0	11/04/2022
1+620.00	1+800.00	6.5	BACHES	3	2		0.90	180.0	162.0	11/04/2022
1+800.00	2+000.00	4.0	EROSION	2	2		0.45	200.0	90.0	11/04/2022

Progresiva		Ancho de Vía (m)	Tipo de Daño	Código del tipo de daño	Nivel de Gravedad	Número de Baches	Ancho del Deterioro (m)	Longitud del Deterioro (m)	Área Deteriorada	Fecha
Del Km	Al Km									
1+500.00	2+000.00	4.5	DEFORMACION	1	3		1.80	500.0	900.0	11/04/2022
Desde Km. 2+000 al Km. 2+500										
2+000.00	2+100.00	4.0	BACHES	3	2	5	0.85	100.0	85.0	11/04/2022
2+100.00	2+190.00	4.5	ENCALAMINADO	4	2		2.50	90.0	225.0	11/04/2022
2+000.00	2+500.00	4.5	EROSION	2	3		0.56	500.0	280.0	11/04/2022
2+000.00	2+500.00	4.5	DEFORMACION	1	3		2.10	500.0	1,050.0	11/04/2022
Desde Km. 2+500 al Km. 3+000										
2+190.00	2+801.00	4.0	ENCALAMINADO	4	3		2.00	611.0	1,222.0	11/04/2022
2+801.00	3+000.00	4.5	EROSION	2	3		1.20	199.0	238.8	11/04/2022
2+500.00	3+000.00	4.5	DEFORMACION	1	3		2.20	500.0	1,100.0	11/04/2022
Desde Km. 3+000 al Km. 3+500										
3+000.00	3+090.00	4.2	BACHES	3	2	4	0.85	90.0	76.5	11/04/2022
3+000.00	3+500.00	4.2	EROSION	2	3		1.50	500.0	750.0	11/04/2022
3+000.00	3+500.00	4.4	DEFORMACION	1	3		2.00	500.0	1,000.0	11/04/2022
Desde Km. 3+500 al Km. 4+000										
3+090.00	3+944.00	4.0	BACHES	3	3	5	0.95	854.0	811.3	11/04/2022
3+944.00	4+000.00	4.0	ENCALAMINADO	4	2		2.50	56.0	140.0	11/04/2022
3+500.00	4+000.00	4.2	EROSION	2	3		2.00	500.0	1,000.0	11/04/2022
3+500.00	4+000.00	4.0	DEFORMACION	1	3		3.00	500.0	1,500.0	11/04/2022
Desde Km. 4+000 al Km. 4+500										
4+000.00	4+360.00	4.0	ENCALAMINADO	4	2		1.80	360.0	648.0	11/04/2022
4+360.00	4+380.00	4.0	BACHES	3	2	4	0.85	20.0	17.0	11/04/2022
4+180.00	4+480.00	4.0	EROSION	2	3		0.45	300.0	135.0	11/04/2022

Progresiva		Ancho de Vía (m)	Tipo de Daño	Código del tipo de daño	Nivel de Gravedad	Número de Baches	Ancho del Deterioro (m)	Longitud del Deterioro (m)	Área Deteriorada	Fecha
Del Km	Al Km									
4+000.00	4+500.00	4.0	DEFORMACION	1	3		2.10	500.0	1,050.0	11/04/2022
Desde Km. 4+500 al Km. 5+000										
4+480.00	4+535.00	4.0	ENCALAMINADO	4	2		2.50	55.0	137.5	11/04/2022
4+535.00	4+672.00	4.0	BACHES	3	3	5	0.70	137.0	95.9	11/04/2022
4+172.00	5+000.00	4.0	DEFORMACION	1	3		2.10	828.0	1,738.8	11/04/2022
4+500.00	5+000.00	4.0	EROSION	2	3		0.38	500.0	190.0	11/04/2022
Desde Km. 5+000 al Km. 5+500										
5+000.00	5+030.00	4.5	BACHES	3	2	6	0.80	30.0	24.0	11/04/2022
5+030.00	5+070.00	4.5	ENCALAMINADO	4	2		1.80	40.0	72.0	11/04/2022
5+070.00	5+110.00	4.0	BACHES	3	2	7	0.75	40.0	30.0	11/04/2022
5+110.00	5+465.00	4.5	DEFORMACION	1	3		1.80	355.0	639.0	11/04/2022
5+000.00	5+500.00	4.5	EROSION	2	3		0.45	500.0	225.0	
Desde Km. 5+500 al Km. 6+000										
5+500.00	5+504.00	4.5	BACHES	3	3	4	0.85	4.0	3.4	11/04/2022
5+504.00	5+651.00	4.5	ENCALAMINADO	4	3		2.50	147.0	367.5	11/04/2022
5+651.00	5+883.00	4.5	BACHES	3	3	6	0.95	232.0	220.4	11/04/2022
5+543.00	6+000.00	4.0	DEFORMACION	1	3		2.30	457.0	1,051.1	11/04/2022
5+500.00	6+000.00	4.5	EROSION	2	3		0.60	500.0	300.0	11/04/2022
Desde Km. 6+000 al Km. 6+500										
6+000.00	6+423.00	4.5	BACHES	3	3	8	0.65	423.0	275.0	11/04/2022
6+000.00	6+500.00	4.5	DEFORMACION	1	3		2.50	500.0	1,250.0	11/04/2022
6+000.00	6+500.00	4.5	EROSION	2	3		2.50	500.0	1,250.0	11/04/2022
Desde Km. 6+500 al Km. 7+000										

Progresiva		Ancho de Vía (m)	Tipo de Daño	Código del tipo de daño	Nivel de Gravedad	Número de Baches	Ancho del Deterioro (m)	Longitud del Deterioro (m)	Área Deteriorada	Fecha
Del Km	Al Km									
6+523.00	7+000.00	4.0	BACHES	3	3	9	0.86	477.0	410.2	11/04/2022
6+500.00	7+000.00	4.5	DEFORMACION	1	3		2.40	500.0	1,200.0	11/04/2022
6+500.00	7+000.00	4.5	EROSION	2	3		2.60	500.0	1,300.0	11/04/2022
Desde Km. 7+000 al Km. 7+500										
7+000.00	7+060.00	4.0	BACHES	3	2	8	0.90	60.0	54.0	11/04/2022
7+060.00	7+180.00	4.5	ENCALAMINADO	4	2		2.30	120.0	276.0	11/04/2022
7+000.00	7+500.00	4.0	EROSION	2	3		0.62	500.0	310.0	11/04/2022
7+000.00	7+500.00	4.5	DEFORMACION	1	3		3.00	500.0	1,500.0	11/04/2022
Desde Km. 7+500 al Km. 8+000										
7+580.00	7+818.00	4.0	EROSION	2	2		0.60	238.0	142.8	11/04/2022
7+618.00	7+915.00	4.5	BACHES	3	2	7	0.85	297.0	252.5	11/04/2022
7+915.00	8+000.00	4.5	EROSION	2	3		0.50	85.0	42.5	11/04/2022
7+500.00	8+000.00	4.5	DEFORMACION	1	3		2.70	500.0	1,350.0	11/04/2022
Desde Km. 8+000 al Km. 8+500										
8+000.00	8+500.00	5.0	DEFORMACION	1	3		2.50	500.0	1,250.0	11/04/2022
8+000.00	8+500.00	5.0	EROSION	2	3		0.50	500.0	250.0	11/04/2022
Desde Km. 8+500 al Km. 9+000										
8+524.00	8+800.00	7.5	EROSION	2	3		0.50	276.0	138.0	11/04/2022
8+707.00	8+875.00	5.0	BACHES	3	3	6	0.85	168.0	142.8	11/04/2022
8+875.00	8+990.00	6.5	ENCALAMINADO	4	2		2.10	115.0	241.5	11/04/2022
8+990.00	9+000.00	5.5	BACHES	3	2	5	0.78	10.0	7.8	11/04/2022
8+500.00	9+000.00	6.0	DEFORMACION	1	3		2.80	500.0	1,400.0	11/04/2022
Desde Km. 9+000 al Km. 9+500										

Progresiva		Ancho de Vía (m)	Tipo de Daño	Código del tipo de daño	Nivel de Gravedad	Número de Baches	Ancho del Deterioro (m)	Longitud del Deterioro (m)	Área Deteriorada	Fecha
Del Km	Al Km									
9+000.00	9+051.00	5.0	BACHES	3	2	5	0.90	51.0	45.9	11/04/2022
9+051.00	9+314.00	5.5	EROSION	2	2		0.40	263.0	105.2	11/04/2022
9+314.00	9+438.00	5.5	BACHES	3	3	7	0.70	124.0	86.8	11/04/2022
9+000.00	9+500.00	5.0	DEFORMACION	1	3		2.40	500.0	1,200.0	11/04/2022
Desde Km. 9+500 al Km. 10+000										
9+538.00	9+947.00	5.5	EROSION	2	2		0.40	409.0	163.6	11/04/2022
9+547.00	9+691.00	5.5	BACHES	3	2	5	0.80	144.0	115.2	11/04/2022
9+691.00	10+000.00	5.5	BACHES	3	1	7	0.70	309.0	216.3	11/04/2022
9+500.00	10+000.00	5.5	DEFORMACION	1	3		2.00	500.0	1,000.0	11/04/2022
Desde Km. 10+000 al Km. 10+500										
10+000.00	10+055.00	5.0	BACHES	3	2	10	0.90	55.0	49.5	11/04/2022
10+055.00	10+143.00	4.5	EROSION	2	3		0.42	88.0	37.0	11/04/2022
10+143.00	10+220.00	4.0	ENCALAMINADO	4	3		2.00	77.0	154.0	11/04/2022
10+000.00	10+500.00	4.5	DEFORMACION	1	3		2.30	500.0	1,150.0	11/04/2022
Desde Km. 10+500 al Km. 11+000										
10+220.00	11+000.00	4.0	BACHES	3	2	11	0.85	780.0	663.0	11/04/2022
10+500.00	11+000.00	5.0	EROSION	2	3		0.60	500.0	300.0	11/04/2022
10+500.00	11+000.00	4.5	DEFORMACION	1	3		2.40	500.0	1,200.0	11/04/2022
Desde Km. 11+000 al Km. 11+500										
11+000.00	11+500.00	5.5	BACHES	3	2	8	0.65	500.0	325.0	11/04/2022
11+000.00	11+500.00	5.5	DEFORMACION	1	3		2.30	500.0	1,150.0	11/04/2022
11+000.00	11+500.00	5.5	EROSION	2	3		0.45	500.0	225.0	11/04/2022
Desde Km. 11+500 al Km. 12+000										

Progresiva		Ancho de Vía (m)	Tipo de Daño	Código del tipo de daño	Nivel de Gravedad	Número de Baches	Ancho del Deterioro (m)	Longitud del Deterioro (m)	Área Deteriorada	Fecha
Del Km	Al Km									
11+613.00	11+780.00	6.0	BACHES	3	2	6	0.85	167.0	142.0	11/04/2022
11+780.00	11+920.00	5.0	CRUCE DE AGUA	6	3		1.00	140.0	140.0	11/04/2022
11+920.00	11+932.00	5.5	ENCALAMINADO	4	2		2.00	12.0	24.0	11/04/2022
11+932.00	11+980.00	5.5	BACHES	3	1	5	0.80	48.0	38.4	11/04/2022
11+580.00	12+000.00	5.5	DEFORMACION	1	3		2.50	420.0	1,050.0	11/04/2022

Nota: Adaptado de Provías Descentralizado. (2016). Determinación del Estado de Transitabilidad y Nivel de Intervención de los Caminos Rurales.

Tabla 57

Ficha técnica de calificación para cada tipo de deterioro / falla

Código de Daño	Deterioros / Fallas	Gravedad (G)	Aij=(Área del Deterioro x Longitud del Deterioro) m ²	Ancho de la Sección Evaluada (m)	Longitud de la Sección Evaluada (m)	Área de la Sección Evaluada (As) (m)	Porcentaje de Extensión del Deterioro / Fallas Dij = (Aij/As)x100	DijxAij
Tramo 1: Desde Km. 0+000 al Km. 0+500								
1	Deformación	1. Hundimientos < 5 cm	0	5.0	500	2500.0	0.00	0.00
		2. Hundimientos entre 5 y 10 cm	850	5.0	500	2500.0	34.00	28900.00
		3. Hundimientos >= 10 cm	0	5.0	500	2500.0	0.00	0.00
2	Erosión	1. Profundidad < 5 cm	0	5.0	500	2500.0	0.00	0.00
		2. Profundidad entre 5 y 10 cm	120	5.0	500	2500.0	4.80	576.00
		3. Profundidad >= 10 cm	30	5.0	500	2500.0	1.20	36.00
Tramo 2: Desde Km. 0+500 al Km. 1+000								
1	Deformación	1. Hundimientos < 5 cm	0	5.4	500	2687.5	0.00	0.00
		2. Hundimientos entre 5 y 10 cm	0	5.4	500	2687.5	0.00	0.00
		3. Hundimientos >= 10 cm	1250	5.5	500	2750.0	45.45	56818.18
2	Erosión	1. Profundidad < 5 cm	0	5.4	500	2687.5	0.00	0.00
		2. Profundidad entre 5 y 10 cm	250	5.5	500	2750.0	9.09	2272.73
		3. Profundidad >= 10 cm	0	5.4	500	2687.5	0.00	0.00
3	Baches (Huecos)	1. Puede repararse por conservación rutinaria	0	5.4				
		2. Se necesita una capa de material adicional	5	5.5				
		3. Se necesita una reconstrucción	0	5.4				
4	Encalaminado	1. Profundidad < 5 cm	175	5.0	500	2500.0	7.00	1225.00

Código de Daño	Deterioros / Fallas	Gravedad (G)	Aij=(Área del Deterioro x Longitud del Deterioro) m ²	Ancho de la Sección Evaluada (m)	Longitud de la Sección Evaluada (m)	Área de la Sección Evaluada (As) (m)	Porcentaje de Extensión del Deterioro / Fallas Dij = (Aij/As)x100	DijxAij
		2. Profundidad entre 5 y 10 cm	0	5.4	500	2687.5	0.00	0.00
		3. Profundidad >= 10 cm	0	5.4	500	2687.5	0.00	0.00
Tramo 3: Desde Km. 1+000 al Km. 1+500								
1	Deformación	1. Hundimientos < 5 cm	0	5.7	500	2850.0	0.00	0.00
		2. Hundimientos entre 5 y 10 cm	0	5.7	500	2850.0	0.00	0.00
		3. Hundimientos >= 10 cm	1500	5.0	500	2500.0	60.00	90000.00
2	Erosión	1. Profundidad < 5 cm	0	5.7	500	2850.0	0.00	0.00
		2. Profundidad entre 5 y 10 cm	0	5.7	500	2850.0	0.00	0.00
		3. Profundidad >= 10 cm	140	5.0	500	2500.0	5.60	784.00
3	Baches (Huecos)	1. Puede repararse por conservación rutinaria	0	5.7				
		2. Se necesita una capa de material adicional	9	6.8				
		3. Se necesita una reconstrucción	0	5.7				
4	Encalaminado	1. Profundidad < 5 cm	184	5.0	500	2500.0	7.36	1354.24
		2. Profundidad entre 5 y 10 cm	0	5.7	500	2850.0	0.00	0.00
		3. Profundidad >= 10 cm	0	5.7	500	2850.0	0.00	0.00
Tramo 4: Desde Km. 1+500 al Km. 2+000								
1	Deformación	1. Hundimientos < 5 cm	0	5.1	500	2550.0	0.00	0.00
		2. Hundimientos entre 5 y 10 cm	0	5.1	500	2550.0	0.00	0.00
		3. Hundimientos >= 10 cm	900	4.5	500	2250.0	40.00	36000.00
2	Erosión	1. Profundidad < 5 cm	0	5.1	500	2550.0	0.00	0.00

Código de Daño	Deterioros / Fallas	Gravedad (G)	Aij=(Área del Deterioro x Longitud del Deterioro) m ²	Ancho de la Sección Evaluada (m)	Longitud de la Sección Evaluada (m)	Área de la Sección Evaluada (As) (m)	Porcentaje de Extensión del Deterioro / Fallas Dij = (Aij/As)x100	DijxAij
		2. Profundidad entre 5 y 10 cm	125	5.3	500	2625.0	4.76	595.24
		3. Profundidad >= 10 cm	0	5.1	500	2550.0	0.00	0.00
3	Baches (Huecos)	1. Puede repararse por conservación rutinaria	5	4.0				
		2. Se necesita una capa de material adicional	0	6.5				
		3. Se necesita una reconstrucción	0	5.1				
Tramo 5: Desde Km. 2+000 al Km. 2+500								
1	Deformación	1. Hundimientos < 5 cm	0	4.4	500	2187.5	0.00	0.00
		2. Hundimientos entre 5 y 10 cm	0	4.4	500	2187.5	0.00	0.00
		3. Hundimientos >= 10 cm	1050	4.5	500	2250.0	46.67	49000.00
2	Erosión	1. Profundidad < 5 cm	0	4.4	500	2187.5	0.00	0.00
		2. Profundidad entre 5 y 10 cm	0	4.4	500	2187.5	0.00	0.00
		3. Profundidad >= 10 cm	280	4.5	500	2250.0	12.44	3484.44
3	Baches (Huecos)	1. Puede repararse por conservación rutinaria	0	4.4				
		2. Se necesita una capa de material adicional	5	4.0				
		3. Se necesita una reconstrucción	0	4.4				
4	Encalaminado	1. Profundidad < 5 cm	0	4.4	500	2187.5	0.00	0.00
		2. Profundidad entre 5 y 10 cm	225	4.5	500	2250.0	10.00	2250.00
		3. Profundidad >= 10 cm	0	4.4	500	2187.5	0.00	0.00
Tramo 6: Desde Km. 2+500 al Km. 3+000								

Código de Daño	Deterioros / Fallas	Gravedad (G)	Aij=(Área del Deterioro x Longitud del Deterioro) m ²	Ancho de la Sección Evaluada (m)	Longitud de la Sección Evaluada (m)	Área de la Sección Evaluada (As) (m)	Porcentaje de Extensión del Deterioro / Fallas Dij = (Aij/As)x100	DijxAij
1	Deformación	1. Hundimientos < 5 cm	0	4.3	500	2166.7	0.00	0.00
		2. Hundimientos entre 5 y 10 cm	0	4.3	500	2166.7	0.00	0.00
		3. Hundimientos >= 10 cm	1100	4.5	500	2250.0	48.89	53777.78
2	Erosión	1. Profundidad < 5 cm	0	4.3	500	2166.7	0.00	0.00
		2. Profundidad entre 5 y 10 cm	0	4.3	500	2166.7	0.00	0.00
		3. Profundidad >= 10 cm	238.8	4.5	500	2250.0	10.61	2534.46
4	Encalaminado	1. Profundidad < 5 cm	0	4.3	500	2166.7	0.00	0.00
		2. Profundidad entre 5 y 10 cm	0	4.3	500	2166.7	0.00	0.00
		3. Profundidad >= 10 cm	1222	4.0	500	2000.0	61.10	74664.20
Tramo 7: Desde 3+000 al Km. 3+500								
1	Deformación	1. Hundimientos < 5 cm	0	4.3	500	2133.3	0.00	0.00
		2. Hundimientos entre 5 y 10 cm	0	4.3	500	2133.3	0.00	0.00
		3. Hundimientos >= 10 cm	1000	4.4	500	2200.0	45.45	45454.55
2	Erosión	1. Profundidad < 5 cm	0	4.3	500	2133.3	0.00	0.00
		2. Profundidad entre 5 y 10 cm	0	4.3	500	2133.3	0.00	0.00
		3. Profundidad >= 10 cm	750	4.2	500	2100.0	35.71	26785.71
3	Baches (Huecos)	1. Puede repararse por conservación rutinaria	0	4.3				
		2. Se necesita una capa de material adicional	4	4.2				
		3. Se necesita una reconstrucción	0	4.3				
Tramo 8: Desde Km. 3+500 al Km. 4+000								

Código de Daño	Deterioros / Fallas	Gravedad (G)	Aij=(Área del Deterioro x Longitud del Deterioro) m ²	Ancho de la Sección Evaluada (m)	Longitud de la Sección Evaluada (m)	Área de la Sección Evaluada (As) (m)	Porcentaje de Extensión del Deterioro / Fallas Dij = (Aij/As)x100	DijxAij
1	Deformación	1. Hundimientos < 5 cm	0	4.1	500	2025.0	0.00	0.00
		2. Hundimientos entre 5 y 10 cm	0	4.1	500	2025.0	0.00	0.00
		3. Hundimientos >= 10 cm	1500	4.0	500	2000.0	75.00	112500.00
2	Erosión	1. Profundidad < 5 cm	0	4.1	500	2025.0	0.00	0.00
		2. Profundidad entre 5 y 10 cm	0	4.1	500	2025.0	0.00	0.00
		3. Profundidad >= 10 cm	1000	4.2	500	2100.0	47.62	47619.05
3	Baches (Huecos)	1. Puede repararse por conservación rutinaria	0	4.1				
		2. Se necesita una capa de material adicional	0	4.1				
		3. Se necesita una reconstrucción	5	4.0				
4	Encalaminado	1. Profundidad < 5 cm	0	4.1	500	2025.0	0.00	0.00
		2. Profundidad entre 5 y 10 cm	140	4.0	500	2000.0	7.00	980.00
		3. Profundidad >= 10 cm	0	4.1	500	2025.0	0.00	0.00
Tramo 9: Desde Km. 4+000 al Km. 4+500								
1	Deformación	1. Hundimientos < 5 cm	0	4.0	500	2000.0	0.00	0.00
		2. Hundimientos entre 5 y 10 cm	0	4.0	500	2000.0	0.00	0.00
		3. Hundimientos >= 10 cm	1050	4.0	500	2000.0	52.50	55125.00
2	Erosión	1. Profundidad < 5 cm	0	4.0	500	2000.0	0.00	0.00
		2. Profundidad entre 5 y 10 cm	0	4.0	500	2000.0	0.00	0.00
		3. Profundidad >= 10 cm	135	4.0	500	2000.0	6.75	911.25
3	Baches (Huecos)	1. Puede repararse por conservación rutinaria	0	4.0				

Código de Daño	Deterioros / Fallas	Gravedad (G)	Aij=(Área del Deterioro x Longitud del Deterioro) m ²	Ancho de la Sección Evaluada (m)	Longitud de la Sección Evaluada (m)	Área de la Sección Evaluada (As) (m)	Porcentaje de Extensión del Deterioro / Fallas Dij = (Aij/As)x100	DijxAij
		2. Se necesita una capa de material adicional	4	4.0				
		3. Se necesita una reconstrucción	0	4.0				
4	Encalaminado	1. Profundidad < 5 cm	0	4.0	500	2000.0	0.00	0.00
		2. Profundidad entre 5 y 10 cm	648	4.0	500	2000.0	32.40	20995.20
		3. Profundidad >= 10 cm	0	4.0	500	2000.0	0.00	0.00
Tramo 10: Desde Km. 4+500 al Km. 5+000								
1	Deformación	1. Hundimientos < 5 cm	0	4.0	500	2000.0	0.00	0.00
		2. Hundimientos entre 5 y 10 cm	0	4.0	500	2000.0	0.00	0.00
		3. Hundimientos >= 10 cm	1738.8	4.0	500	2000.0	86.94	151171.27
2	Erosión	1. Profundidad < 5 cm	0	4.0	500	2000.0	0.00	0.00
		2. Profundidad entre 5 y 10 cm	0	4.0	500	2000.0	0.00	0.00
		3. Profundidad >= 10 cm	190	4.0	500	2000.0	9.50	1805.00
3	Baches (Huecos)	1. Puede repararse por conservación rutinaria	0	4.0				
		2. Se necesita una capa de material adicional	0	4.0				
		3. Se necesita una reconstrucción	5	4.0				
4	Encalaminado	1. Profundidad < 5 cm	0	4.0	500	2000.0	0.00	0.00
		2. Profundidad entre 5 y 10 cm	137.5	4.0	500	2000.0	6.88	945.31
		3. Profundidad >= 10 cm	0	4.0	500	2000.0	0.00	0.00
Tramo 11: Desde Km. 5+000 al Km. 5+500								
1	Deformación	1. Hundimientos < 5 cm	0	4.4	500	2200.0	0.00	0.00

Código de Daño	Deterioros / Fallas	Gravedad (G)	Aij=(Área del Deterioro x Longitud del Deterioro) m ²	Ancho de la Sección Evaluada (m)	Longitud de la Sección Evaluada (m)	Área de la Sección Evaluada (As) (m)	Porcentaje de Extensión del Deterioro / Fallas Dij = (Aij/As)x100	DijxAij
		2. Hundimientos entre 5 y 10 cm	0	4.4	500	2200.0	0.00	0.00
		3. Hundimientos >= 10 cm	639	4.5	500	2250.0	28.40	18147.60
2	Erosión	1. Profundidad < 5 cm	0	4.4	500	2200.0	0.00	0.00
		2. Profundidad entre 5 y 10 cm	0	4.4	500	2200.0	0.00	0.00
		3. Profundidad >= 10 cm	225	4.5	500	2250.0	10.00	2250.00
3	Baches (Huecos)	1. Puede repararse por conservación rutinaria	0	4.4				
		2. Se necesita una capa de material adicional	13	4.3				
		3. Se necesita una reconstrucción	0	4.4				
4	Encalaminado	1. Profundidad < 5 cm	0	4.4	500	2200.0	0.00	0.00
		2. Profundidad entre 5 y 10 cm	72	4.5	500	2250.0	3.20	230.40
		3. Profundidad >= 10 cm	0	4.4	500	2200.0	0.00	0.00
Tramo 12: Desde Km. 5+500 al Km. 6+000								
1	Deformación	1. Hundimientos < 5 cm	0	4.4	500	2200.0	0.00	0.00
		2. Hundimientos entre 5 y 10 cm	0	4.4	500	2200.0	0.00	0.00
		3. Hundimientos >= 10 cm	1051.1	4.0	500	2000.0	52.56	55240.56
2	Erosión	1. Profundidad < 5 cm	0	4.4	500	2200.0	0.00	0.00
		2. Profundidad entre 5 y 10 cm	0	4.4	500	2200.0	0.00	0.00
		3. Profundidad >= 10 cm	300	4.5	500	2250.0	13.33	4000.00
3	Baches (Huecos)	1. Puede repararse por conservación rutinaria	0	4.4				

Código de Daño	Deterioros / Fallas	Gravedad (G)	Aij=(Área del Deterioro x Longitud del Deterioro) m ²	Ancho de la Sección Evaluada (m)	Longitud de la Sección Evaluada (m)	Área de la Sección Evaluada (As) (m)	Porcentaje de Extensión del Deterioro / Fallas Dij = (Aij/As)x100	DijxAij
		2. Se necesita una capa de material adicional	0	4.4				
		3. Se necesita una reconstrucción	10	4.5				
4	Encalaminado	1. Profundidad < 5 cm	0	4.4	500	2200.0	0.00	0.00
		2. Profundidad entre 5 y 10 cm	0	4.4	500	2200.0	0.00	0.00
		3. Profundidad >= 10 cm	367.5	4.5	500	2250.0	16.33	6002.50
Tramo 13: Desde Km. 6+000 al Km. 6+500								
1	Deformación	1. Hundimientos < 5 cm	0	4.5	500	2250.0	0.00	0.00
		2. Hundimientos entre 5 y 10 cm	0	4.5	500	2250.0	0.00	0.00
		3. Hundimientos >= 10 cm	1250	4.5	500	2250.0	55.56	69444.44
2	Erosión	1. Profundidad < 5 cm	0	4.5	500	2250.0	0.00	0.00
		2. Profundidad entre 5 y 10 cm	0	4.5	500	2250.0	0.00	0.00
		3. Profundidad >= 10 cm	1250	4.5	500	2250.0	55.56	69444.44
3	Baches (Huecos)	1. Puede repararse por conservación rutinaria	0	4.5				
		2. Se necesita una capa de material adicional	0	4.5				
		3. Se necesita una reconstrucción	8	4.5				
Tramo 14: Desde Km. 6+500 al Km. 7+000								
1	Deformación	1. Hundimientos < 5 cm	0	4.3	500	2166.7	0.00	0.00
		2. Hundimientos entre 5 y 10 cm	0	4.3	500	2166.7	0.00	0.00
		3. Hundimientos >= 10 cm	1200	4.5	500	2250.0	53.33	64000.00
2	Erosión	1. Profundidad < 5 cm	0	4.3	500	2166.7	0.00	0.00

Código de Daño	Deterioros / Fallas	Gravedad (G)	Aij=(Área del Deterioro x Longitud del Deterioro) m ²	Ancho de la Sección Evaluada (m)	Longitud de la Sección Evaluada (m)	Área de la Sección Evaluada (As) (m)	Porcentaje de Extensión del Deterioro / Fallas Dij = (Aij/As)x100	DijxAij
		2. Profundidad entre 5 y 10 cm	0	4.3	500	2166.7	0.00	0.00
		3. Profundidad >= 10 cm	1300	4.5	500	2250.0	57.78	75111.11
3	Baches (Huecos)	1. Puede repararse por conservación rutinaria	0	4.3				
		2. Se necesita una capa de material adicional	0	4.3				
		3. Se necesita una reconstrucción	9	4.0				
Tramo 15: Desde Km. 7+000 al Km. 7+500								
1	Deformación	1. Hundimientos < 5 cm	0	4.3	500	2125.0	0.00	0.00
		2. Hundimientos entre 5 y 10 cm	0	4.3	500	2125.0	0.00	0.00
		3. Hundimientos >= 10 cm	1500	4.5	500	2250.0	66.67	100000.00
2	Erosión	1. Profundidad < 5 cm	0	4.3	500	2125.0	0.00	0.00
		2. Profundidad entre 5 y 10 cm	0	4.3	500	2125.0	0.00	0.00
		3. Profundidad >= 10 cm	310	4.0	500	2000.0	15.50	4805.00
3	Baches (Huecos)	1. Puede repararse por conservación rutinaria	0	4.3				
		2. Se necesita una capa de material adicional	8	4.0				
		3. Se necesita una reconstrucción	0	4.3				
4	Encalaminado	1. Profundidad < 5 cm	0	4.3	500	2125.0	0.00	0.00
		2. Profundidad entre 5 y 10 cm	276	4.5	500	2250.0	12.27	3385.60
		3. Profundidad >= 10 cm	0	4.3	500	2125.0	0.00	0.00
Tramo 16: Desde Km. 7+500 al Km. 8+000								

Código de Daño	Deterioros / Fallas	Gravedad (G)	Aij=(Área del Deterioro x Longitud del Deterioro) m ²	Ancho de la Sección Evaluada (m)	Longitud de la Sección Evaluada (m)	Área de la Sección Evaluada (As) (m)	Porcentaje de Extensión del Deterioro / Fallas Dij = (Aij/As)x100	DijxAij
1	Deformación	1. Hundimientos < 5 cm	0	4.4	500	2187.5	0.00	0.00
		2. Hundimientos entre 5 y 10 cm	0	4.4	500	2187.5	0.00	0.00
		3. Hundimientos >= 10 cm	1350	4.5	500	2250.0	60.00	81000.00
2	Erosión	1. Profundidad < 5 cm	0	4.4	500	2187.5	0.00	0.00
		2. Profundidad entre 5 y 10 cm	142.8	4.0	500	2000.0	7.14	1019.59
		3. Profundidad >= 10 cm	42.5	4.5	500	2250.0	1.89	80.28
3	Baches (Huecos)	1. Puede repararse por conservación rutinaria	0	4.4				
		2. Se necesita una capa de material adicional	7	4.5				
		3. Se necesita una reconstrucción	0	4.4				
Tramo 17: Desde Km. 8+000 al Km. 8+500								
1	Deformación	1. Hundimientos < 5 cm	0	5.0	500	2500.0	0.00	0.00
		2. Hundimientos entre 5 y 10 cm	0	5.0	500	2500.0	0.00	0.00
		3. Hundimientos >= 10 cm	1250	5.0	500	2500.0	50.00	62500.00
2	Erosión	1. Profundidad < 5 cm	0	5.0	500	2500.0	0.00	0.00
		2. Profundidad entre 5 y 10 cm	0	5.0	500	2500.0	0.00	0.00
		3. Profundidad >= 10 cm	250	5.0	500	2500.0	10.00	2500.00
Tramo 18: Desde Km. 8+500 al Km. 9+000								
1	Deformación	1. Hundimientos < 5 cm	0	6.1	500	3050.0	0.00	0.00
		2. Hundimientos entre 5 y 10 cm	0	6.1	500	3050.0	0.00	0.00
		3. Hundimientos >= 10 cm	1400	6.0	500	3000.0	46.67	65333.33

Código de Daño	Deterioros / Fallas	Gravedad (G)	Aij=(Área del Deterioro x Longitud del Deterioro) m ²	Ancho de la Sección Evaluada (m)	Longitud de la Sección Evaluada (m)	Área de la Sección Evaluada (As) (m)	Porcentaje de Extensión del Deterioro / Fallas Dij = (Aij/As)x100	DijxAij
2	Erosión	1. Profundidad < 5 cm	0	6.1	500	3050.0	0.00	0.00
		2. Profundidad entre 5 y 10 cm	0	6.1	500	3050.0	0.00	0.00
		3. Profundidad >= 10 cm	138	7.5	500	3750.0	3.68	507.84
3	Baches (Huecos)	1. Puede repararse por conservación rutinaria	0	6.1				
		2. Se necesita una capa de material adicional	5	5.5				
		3. Se necesita una reconstrucción	6	5.0				
4	Encalaminado	1. Profundidad < 5 cm	0	6.1	500	3050.0	0.00	0.00
		2. Profundidad entre 5 y 10 cm	241.5	6.5	500	3250.0	7.43	1794.53
		3. Profundidad >= 10 cm	0	6.1	500	3050.0	0.00	0.00
Tramo 19: Desde Km. 9+000 al Km. 9+500								
1	Deformación	1. Hundimientos < 5 cm	0	5.3	500	2625.0	0.00	0.00
		2. Hundimientos entre 5 y 10 cm	0	5.3	500	2625.0	0.00	0.00
		3. Hundimientos >= 10 cm	1200	5.0	500	2500.0	48.00	57600.00
2	Erosión	1. Profundidad < 5 cm	0	5.3	500	2625.0	0.00	0.00
		2. Profundidad entre 5 y 10 cm	105.2	5.5	500	2750.0	3.83	402.44
		3. Profundidad >= 10 cm	0	5.3	500	2625.0	0.00	0.00
3	Baches (Huecos)	1. Puede repararse por conservación rutinaria	0	5.3				
		2. Se necesita una capa de material adicional	5	5.0				
		3. Se necesita una reconstrucción	7	5.5				

Código de Daño	Deterioros / Fallas	Gravedad (G)	Aij=(Área del Deterioro x Longitud del Deterioro) m ²	Ancho de la Sección Evaluada (m)	Longitud de la Sección Evaluada (m)	Área de la Sección Evaluada (As) (m)	Porcentaje de Extensión del Deterioro / Fallas Dij = (Aij/As)x100	DijxAij
Tramo 20: Desde Km. 9+500 al Km. 10+000								
1	Deformación	1. Hundimientos < 5 cm	0	5.5	500	2750.0	0.00	0.00
		2. Hundimientos entre 5 y 10 cm	0	5.5	500	2750.0	0.00	0.00
		3. Hundimientos >= 10 cm	1000	5.5	500	2750.0	36.36	36363.64
2	Erosión	1. Profundidad < 5 cm	0	5.5	500	2750.0	0.00	0.00
		2. Profundidad entre 5 y 10 cm	163.6	5.5	500	2750.0	5.95	973.27
		3. Profundidad >= 10 cm	0	5.5	500	2750.0	0.00	0.00
3	Baches (Huecos)	1. Puede repararse por conservación rutinaria	7	5.5				
		2. Se necesita una capa de material adicional	5	5.5				
		3. Se necesita una reconstrucción	0	5.5				
Tramo 21: Desde Km. 10+000 al Km. 10+500								
1	Deformación	1. Hundimientos < 5 cm	0	4.5	500	2250.0	0.00	0.00
		2. Hundimientos entre 5 y 10 cm	0	4.5	500	2250.0	0.00	0.00
		3. Hundimientos >= 10 cm	1150	4.5	500	2250.0	51.11	58777.78
2	Erosión	1. Profundidad < 5 cm	0	4.5	500	2250.0	0.00	0.00
		2. Profundidad entre 5 y 10 cm	0	4.5	500	2250.0	0.00	0.00
		3. Profundidad >= 10 cm	36.96	4.5	500	2250.0	1.64	60.71
3	Baches (Huecos)	1. Puede repararse por conservación rutinaria	0	4.5				
		2. Se necesita una capa de material adicional	10	5.0				

Código de Daño	Deterioros / Fallas	Gravedad (G)	Aij=(Área del Deterioro x Longitud del Deterioro) m ²	Ancho de la Sección Evaluada (m)	Longitud de la Sección Evaluada (m)	Área de la Sección Evaluada (As) (m)	Porcentaje de Extensión del Deterioro / Fallas Dij = (Aij/As)x100	DijxAij
		3. Se necesita una reconstrucción	0	4.5				
4	Encalaminado	1. Profundidad < 5 cm	0	4.5	500	2250.0	0.00	0.00
		2. Profundidad entre 5 y 10 cm	0	4.5	500	2250.0	0.00	0.00
		3. Profundidad >= 10 cm	154	4.0	500	2000.0	7.70	1185.80
Tramo 22: Desde Km. 10+500 al Km. 11+000								
1	Deformación	1. Hundimientos < 5 cm	0	4.5	500	2250.0	0.00	0.00
		2. Hundimientos entre 5 y 10 cm	0	4.5	500	2250.0	0.00	0.00
		3. Hundimientos >= 10 cm	1200	4.5	500	2250.0	53.33	64000.00
2	Erosión	1. Profundidad < 5 cm	0	4.5	500	2250.0	0.00	0.00
		2. Profundidad entre 5 y 10 cm	0	4.5	500	2250.0	0.00	0.00
		3. Profundidad >= 10 cm	300	5.0	500	2500.0	12.00	3600.00
3	Baches (Huecos)	1. Puede repararse por conservación rutinaria	0	4.5				
		2. Se necesita una capa de material adicional	11	4.0				
		3. Se necesita una reconstrucción	0	4.5				
Tramo 23: Desde Km. 11+000 al Km. 11+500								
1	Deformación	1. Hundimientos < 5 cm	0	5.5	500	2750.0	0.00	0.00
		2. Hundimientos entre 5 y 10 cm	0	5.5	500	2750.0	0.00	0.00
		3. Hundimientos >= 10 cm	1150	5.5	500	2750.0	41.82	48090.91
2	Erosión	1. Profundidad < 5 cm	0	5.5	500	2750.0	0.00	0.00
		2. Profundidad entre 5 y 10 cm	0	5.5	500	2750.0	0.00	0.00

Código de Daño	Deterioros / Fallas	Gravedad (G)	Aij=(Área del Deterioro x Longitud del Deterioro) m ²	Ancho de la Sección Evaluada (m)	Longitud de la Sección Evaluada (m)	Área de la Sección Evaluada (As) (m)	Porcentaje de Extensión del Deterioro / Fallas Dij = (Aij/As)x100	DijxAij
		3. Profundidad >= 10 cm	225	5.5	500	2750.0	8.18	1840.91
3	Baches (Huecos)	1. Puede repararse por conservación rutinaria	0	5.5				
		2. Se necesita una capa de material adicional	8	5.5				
		3. Se necesita una reconstrucción	0	5.5				
Tramo 24: Desde Km. 11+500 al Km. 12+000								
1	Deformación	1. Hundimientos < 5 cm	0	5.5	500	2750.0	0.00	0.00
		2. Hundimientos entre 5 y 10 cm	0	5.5	500	2750.0	0.00	0.00
		3. Hundimientos >= 10 cm	1050	5.5	500	2750.0	38.18	40090.91
3	Baches (Huecos)	1. Puede repararse por conservación rutinaria	5	5.5				
		2. Se necesita una capa de material adicional	6	6.0				
		3. Se necesita una reconstrucción	0	5.5				
4	Encalaminado	1. Profundidad < 5 cm	0	5.5	500	2750.0	0.00	0.00
		2. Profundidad entre 5 y 10 cm	24	5.5	500	2750.0	0.87	20.95
		3. Profundidad >= 10 cm	0	5.5	500	2750.0	0.00	0.00
6	Cruce de Agua	1. Transitabilidad baja o Intransitabilidad en época de Lluvia	140	5.0	500	2500.0	5.60	784.00

Nota: Adaptado de Provías Descentralizado. (2016). *Determinación del Estado de Transitabilidad y Nivel de Intervención de los Caminos Rurales.*

Tabla 58

Ficha técnica de condición resultante por cada tipo de deterioro / falla

Código de Daño	Deterioros / Fallas	Extensión Promedio Ponderado (EP)	Puntaje de condición según extensión de cada tipo de Deterioro o Falla				Puntaje de condición resultante por cada tipo de Deterioro / Falla
			0: Sin Deterioro / Fallas	1: Leve	2. Moderado	3. Severo	
Tramo 1: Desde Km. 0+000 al Km. 0+500							
1	Deformación	34.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
2	Erosión	4.08	0.00	8.16	0.00	0.00	8.16
Suma de puntaje de condición							108.16
Tramo 2: Desde Km. 0+500 al Km. 1+000							
1	Deformación	45.45	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
2	Erosión	9.09	0.00	18.18	0.00	0.00	18.18
3	Baches (Huecos)	5.00	0.00	10.00	0.00	0.00	10.00
4	Encalaminado	7.00	0.00	14.00	0.00	0.00	14.00
Suma de puntaje de condición							142.18
Tramo 3: Desde Km. 1+000 al Km. 1+500							
1	Deformación	60.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
2	Erosión	5.60	0.00	11.20	0.00	0.00	11.20
3	Baches (Huecos)	9.00	0.00	18.00	0.00	0.00	18.00
4	Encalaminado	7.36	0.00	14.72	0.00	0.00	14.72
Suma de puntaje de condición							143.92
Tramo 4: Desde Km. 1+500 al Km. 2+000							
1	Deformación	40.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
2	Erosión	4.76	0.00	9.52	0.00	0.00	9.52
3	Baches (Huecos)	5.00	0.00	10.00	0.00	0.00	10.00
Suma de puntaje de condición							119.52
Tramo 5: Desde Km. 2+000 al Km. 2+500							
1	Deformación	46.67	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
2	Erosión	12.44	0.00	0.00	29.78	0.00	29.78
3	Baches (Huecos)	5.00	0.00	10.00	0.00	0.00	10.00
4	Encalaminado	10.00	0.00	0.00	20.00	0.00	20.00
Suma de puntaje de condición							159.78
Tramo 6: Desde Km. 2+500 al Km. 3+000							
1	Deformación	48.89	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
2	Erosión	10.61	0.00	0.00	22.45	0.00	22.45

Código de Daño	Deterioros / Fallas	Extensión Promedio Ponderado (EP)	Puntaje de condición según extensión de cada tipo de Deterioro o Falla				Puntaje de condición resultante por cada tipo de Deterioro / Falla
			0: Sin Deterioro / Fallas	1: Leve	2. Moderado	3. Severo	
4	Encalaminado	61.10	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
Suma de puntaje de condición							122.45
Tramo 7: Desde 3+000 al Km. 3+500							
1	Deformación	45.45	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
2	Erosión	35.71	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
3	Baches (Huecos)	4.00	0.00	8.00	0.00	0.00	8.00
Suma de puntaje de condición							208.00
Tramo 8: Desde Km. 3+500 al Km. 4+000							
1	Deformación	75.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
2	Erosión	47.62	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
3	Baches (Huecos)	5.00	0.00	10.00	0.00	0.00	10.00
4	Encalaminado	7.00	0.00	14.00	0.00	0.00	14.00
Suma de puntaje de condición							224.00
Tramo 9: Desde Km. 4+000 al Km. 4+500							
1	Deformación	52.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
2	Erosión	6.75	0.00	13.50	0.00	0.00	13.50
3	Baches (Huecos)	4.00	0.00	8.00	0.00	0.00	8.00
4	Encalaminado	32.40	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
Suma de puntaje de condición							221.50
Tramo 10: Desde Km. 4+500 al Km. 5+000							
1	Deformación	86.94	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
2	Erosión	9.50	0.00	19.00	0.00	0.00	19.00
3	Baches (Huecos)	5.00	0.00	10.00	0.00	0.00	10.00
4	Encalaminado	6.88	0.00	13.75	0.00	0.00	13.75
Suma de puntaje de condición							142.75
Tramo 11: Desde Km. 5+000 al Km. 5+500							
1	Deformación	28.40	0.00	0.00	93.60	0.00	93.60
2	Erosión	10.00	0.00	0.00	20.00	0.00	20.00
3	Baches (Huecos)	13.00	0.00	0.00	44.00	0.00	44.00
4	Encalaminado	3.20	0.00	6.40	0.00	0.00	6.40
Suma de puntaje de condición							164.00

Código de Daño	Deterioros / Fallas	Extensión Promedio Ponderado (EP)	Puntaje de condición según extensión de cada tipo de Deterioro o Falla				Puntaje de condición resultante por cada tipo de Deterioro / Falla
			0: Sin Deterioro / Fallas	1: Leve	2. Moderado	3. Severo	
Tramo 12: Desde Km. 5+500 al Km. 6+000							
1	Deformación	52.56	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
2	Erosión	13.33	0.00	0.00	33.33	0.00	33.33
3	Baches (Huecos)	10.00	0.00	0.00	20.00	0.00	20.00
4	Encalaminado	16.33	0.00	0.00	45.33	0.00	45.33
Suma de puntaje de condición							198.67
Tramo 13: Desde Km. 6+000 al Km. 6+500							
1	Deformación	55.56	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
2	Erosión	55.56	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
3	Baches (Huecos)	8.00	0.00	16.00	0.00	0.00	16.00
Suma de puntaje de condición							216.00
Tramo 14: Desde Km. 6+500 al Km. 7+000							
1	Deformación	53.33	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
2	Erosión	57.78	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
3	Baches (Huecos)	9.00	0.00	18.00	0.00	0.00	18.00
Suma de puntaje de condición							218.00
Tramo 15: Desde Km. 7+000 al Km. 7+500							
1	Deformación	66.67	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
2	Erosión	15.50	0.00	0.00	42.00	0.00	42.00
3	Baches (Huecos)	8.00	0.00	16.00	0.00	0.00	16.00
4	Encalaminado	12.27	0.00	0.00	29.07	0.00	29.07
Suma de puntaje de condición							187.07
Tramo 16: Desde Km. 7+500 al Km. 8+000							
1	Deformación	60.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
2	Erosión	5.94	0.00	11.87	0.00	0.00	11.87
3	Baches (Huecos)	7.00	0.00	14.00	0.00	0.00	14.00
Suma de puntaje de condición							125.87
Tramo 17: Desde Km. 8+000 al Km. 8+500							
1	Deformación	50.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
2	Erosión	10.00	0.00	0.00	20.00	0.00	20.00

Código de Daño	Deterioros / Fallas	Extensión Promedio Ponderado (EP)	Puntaje de condición según extensión de cada tipo de Deterioro o Falla				Puntaje de condición resultante por cada tipo de Deterioro / Falla
			0: Sin Deterioro / Fallas	1: Leve	2. Moderado	3. Severo	
Suma de puntaje de condición						120.00	
Tramo 18: Desde Km. 8+500 al Km. 9+000							
1	Deformación	46.67	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
2	Erosión	3.68	0.00	7.36	0.00	0.00	7.36
3	Baches (Huecos)	11.00	0.00	0.00	28.00	0.00	28.00
4	Encalaminado	7.43	0.00	14.86	0.00	0.00	14.86
Suma de puntaje de condición						150.22	
Tramo 19: Desde Km. 9+000 al Km. 9+500							
1	Deformación	48.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
2	Erosión	3.83	0.00	7.65	0.00	0.00	7.65
3	Baches (Huecos)	12.00	0.00	0.00	36.00	0.00	36.00
Suma de puntaje de condición						143.65	
Tramo 20: Desde Km. 9+500 al Km. 10+000							
1	Deformación	36.36	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
2	Erosión	5.95	0.00	11.90	0.00	0.00	11.90
3	Baches (Huecos)	12.00	0.00	0.00	36.00	0.00	36.00
Suma de puntaje de condición						147.90	
Tramo 21: Desde Km. 10+000 al Km. 10+500							
1	Deformación	51.11	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
2	Erosión	1.64	0.00	3.29	0.00	0.00	3.29
3	Baches (Huecos)	10.00	0.00	0.00	20.00	0.00	20.00
4	Encalaminado	7.70	0.00	15.40	0.00	0.00	15.40
Suma de puntaje de condición						138.69	
Tramo 22: Desde Km. 10+500 al Km. 11+000							
1	Deformación	53.33	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
2	Erosión	12.00	0.00	0.00	28.00	0.00	28.00
3	Baches (Huecos)	11.00	0.00	0.00	28.00	0.00	28.00
Suma de puntaje de condición						156.00	
Tramo 23: Desde Km. 11+000 al Km. 11+500							
1	Deformación	41.82	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
2	Erosión	8.18	0.00	16.36	0.00	0.00	16.36

Código de Daño	Deterioros / Fallas	Extensión Promedio Ponderado (EP)	Puntaje de condición según extensión de cada tipo de Deterioro o Falla				Puntaje de condición resultante por cada tipo de Deterioro / Falla
			0: Sin Deterioro / Fallas	1: Leve	2. Moderado	3. Severo	
3	Baches (Huecos)	8.00	0.00	16.00	0.00	0.00	16.00
Suma de puntaje de condición							132.36
Tramo 24: Desde Km. 11+500 al Km. 12+000							
1	Deformación	38.18	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
3	Baches (Huecos)	11.00	0.00	0.00	28.00	0.00	28.00
4	Encalaminado	0.87	0.00	1.75	0.00	0.00	1.75
6	Cruce de Agua	5.60	0.00	0.00	0.00	0.00	5.60
Suma de puntaje de condición							135.35

Nota: Adaptado de Provías Descentralizado. (2016). Determinación del Estado de Transitabilidad y Nivel de Intervención de los Caminos Rurales.

APÉNDICE IV
PANEL FOTOGRÁFICO

Figura 32

Fallas en la calzada de la Red Vial CA-112 Tramo: Cajabamba - Colcas, luego del sismo del 26 de mayo del 2019.



Figura 33

Deslizamiento en la calzada de la Red Vial CA-112 Tramo: Cajabamba - Colcas, luego del sismo del 26 de mayo del 2019.



Figura 34

Fallas en la calzada de la Red Vial CA-112 Tramo: Cajabamba - Colcas, luego del sismo del 26 de mayo del 2019.



Figura 35

Deslizamiento en la calzada de la Red Vial CA-112 Tramo: Cajabamba - Colcas, luego del sismo del 26 de mayo del 2019.



Figura 36

Fallas en obras de arte de la Red Vial CA-112 Tramo: Cajabamba - Colcas, luego del sismo del 26 de mayo del 2019.



Figura 37

Fallas en la calzada de la Red Vial CA-112 Tramo: Cajabamba - Colcas, luego del sismo del 26 de mayo del 2019.



Figura 38

Fallas en la calzada de la Red Vial CA-112 Tramo: Cajabamba - Colcas, luego del sismo del 26 de mayo del 2019.



Figura 39

Mal estado de la calzada en la Red Vial CA-112 Tramo: Cajabamba - Colcas.

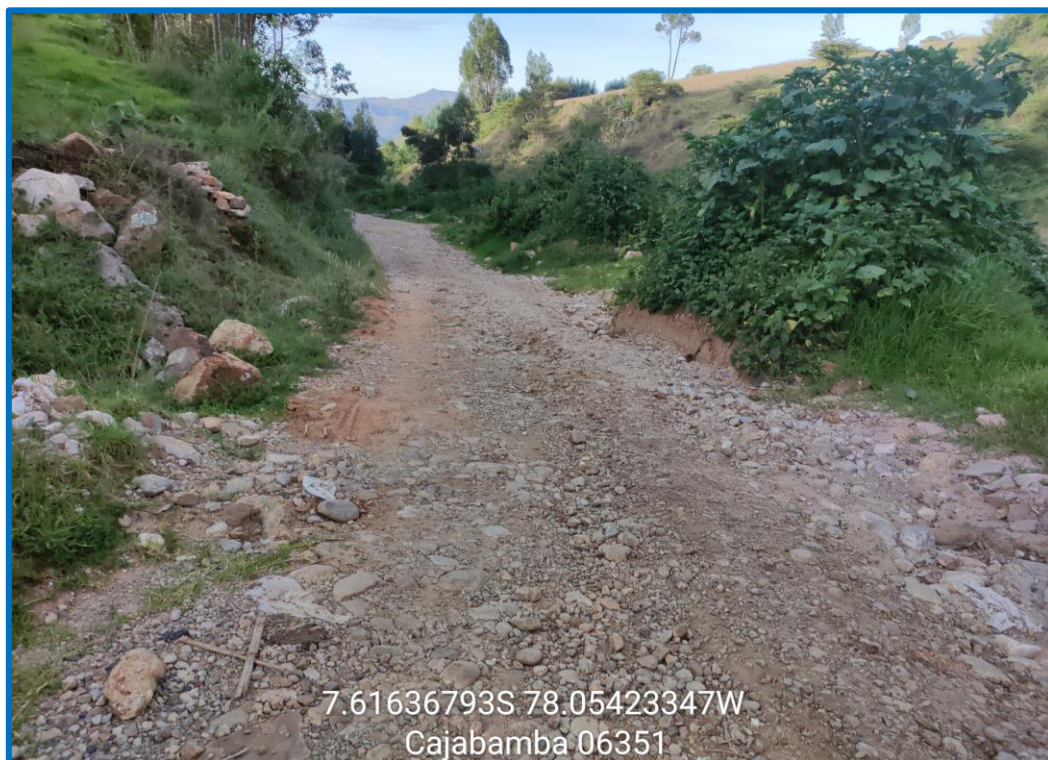


Figura 40

Falta de drenaje en la Red Vial CA-112 Tramo: Cajabamba - Colcas.

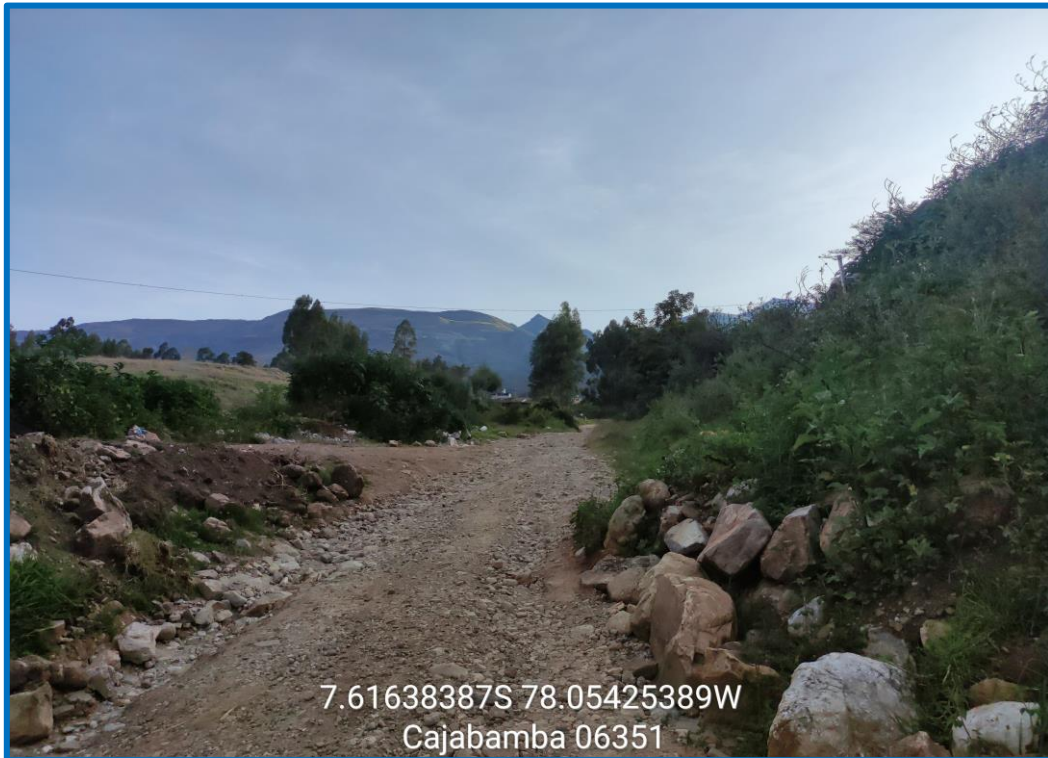


Figura 41

Calzada afectada por las lluvias debido al mal estado de las cunetas en la Red Vial CA-112 Tramo: Cajabamba - Colcas.



Figura 42

Cunetas sin mantenimiento en la Red Vial CA-112 Tramo: Cajabamba - Colcas.



Figura 43

Baches en la calzada de la Red Vial CA-112 Tramo: Cajabamba - Colcas.



Figura 44

Señalización vertical en mal estado en la Red Vial CA-112 Tramo: Cajabamba – Colcas.

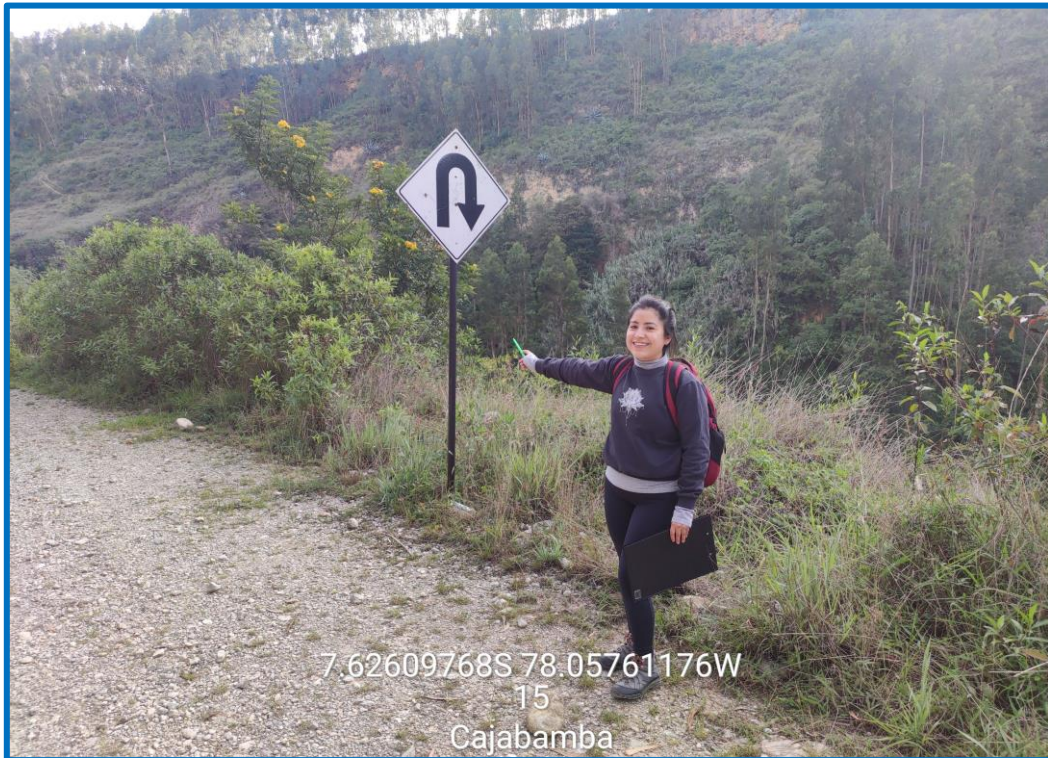


Figura 45

Calzada con ahuellamiento en la Red Vial CA-112 Tramo: Cajabamba – Colcas



Figura 46

Falta de mantenimiento de la calzada y cunetas en la Red Vial CA-112 Tramo: Cajabamba – Colcas.

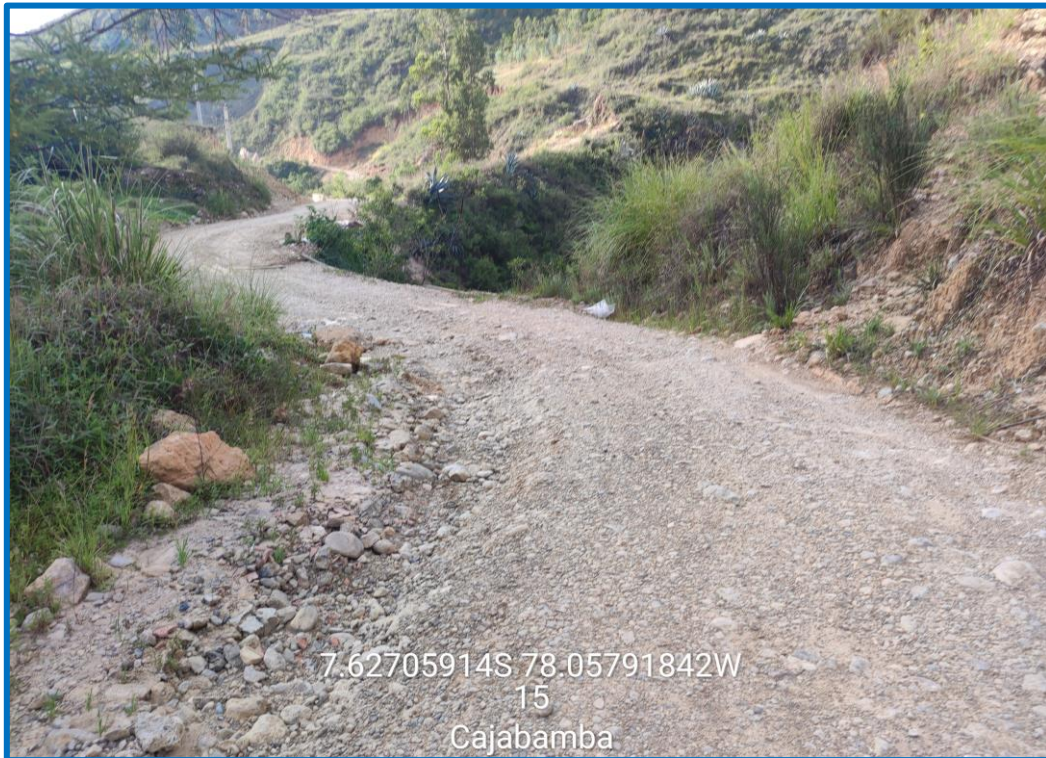


Figura 47

Mal estado del puente en la Red Vial CA-112 Tramo: Cajabamba – Colcas.

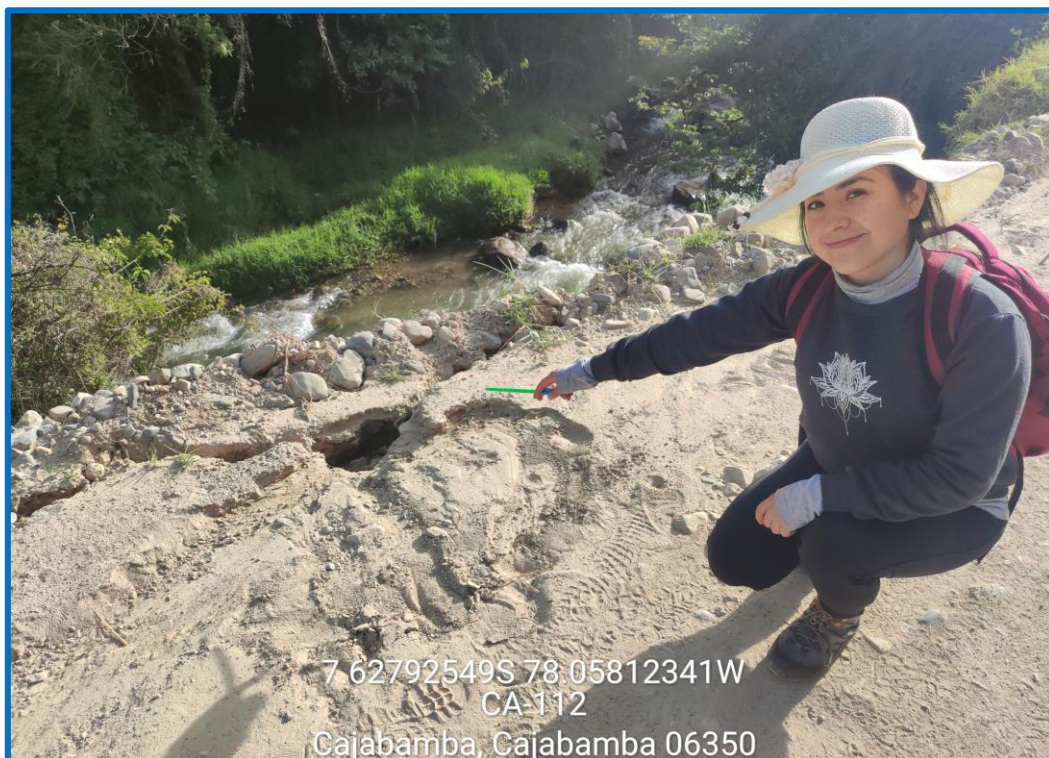


Figura 48

Mal estado de la calzada y cunetas en la Red Vial CA-112 Tramo: Cajabamba – Colcas.



Figura 49

Ahuellamiento en la calzada de la Red Vial CA-112 Tramo: Cajabamba – Colcas.



Figura 50

Inicio de la Red Vial CA-112 Tramo: Cajabamba – Colcas, progresiva Km. 0+000.



Figura 51

Final de la Red Vial CA-112 Tramo: Cajabamba – Colcas, progresiva Km. 12+000.

