



FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE
INGENIERÍA AMBIENTAL**

TESIS:

**MEDIDAS CORRECTIVAS A LOS IMPACTOS AMBIENTALES
EN LA CARRETERA CUSCO - QUILLABAMBA: TRAMO ABRA
DE MÁLAGA - SAN LUIS.**

PRESENTADA POR LA BACHILLER:

BERIOSKA SOSA AGUIRRE

**PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
AMBIENTAL**

CUSCO-PERÚ

2016

AGRADECIMIENTO

La presente tesis agradezco a Dios, por ser mi guía espiritual y hacer posible cada meta y objetivo planteado, iluminar mi camino.

A mi maravillosa madre María Elisa, por ser mi compañera, amiga y gran mujer; a quien amo y admiro, por sus enseñanzas, su ejemplo de lucha y apoyo constante en cada etapa de mi vida.

A mi familia, por los consejos dados, apoyo brindado en todo momento y paciencia en la realización del trabajo de tesis.

DEDICATORIA

A mi asesor M. Sc. Juan Eduardo Gil Mora, por toda la experiencia y conocimiento brindado, por guiarme y apoyarme durante la etapa universitaria y sobre todo el asesoramiento de la tesis.

A la Ing. Magali Violeta García Mujica, por los consejos y todo el apoyo brindado en la realización de la tesis.

A la Mg. Juana María Mirada Cuenca por el apoyo en la redacción, corrección del trabajo de tesis y los consejos dados.

A la Dra. Luz Marina Palomino Cori por toda los consejos y orientación brindada para seguir adelante con mis objetivos principalmente en la realización de la tesis.

Al Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), por la información brindada.

A PROVIAS Nacionales, por brindarme la información necesaria para la realización de la tesis.

A ECOAN, por apoyarme con la información del área de estudio de la tesis.

**Título: Medidas correctivas a los impactos ambientales en la carretera Cusco-
Quillabamba: Tramo de Abra Malaga-San Luis**

ÍNDICE

	Pag.
AGRADECIMIENTO.....	ii
DEDICATORIA	iii
RESUMEN.....	x
ABSTRACT.....	xi
INTRODUCCIÓN	xii
CAPÍTULO I: GENERALIDADES	16
1.1. CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICO-AMBIENTALES.....	16
1.2. CARACTERÍSTICAS DEL MEDIO FÍSICO	16
1.2.1Clima	16
a) Precipitación:.....	17
b) Temperatura:.....	19
1.2.2 Geología.....	20
a) Geomorfología:.....	21
b) Estratigrafía:	28
c) Tectónica	32
d) Geodinámica Externa:	33
1.2.3 Hidrografía.....	34
a) Pluviometría:	35
1.2.4 Descripción del medio biótico.....	37
a) Zonas de Vida Natural.....	37
b) Diversidad biológica:.....	40
1.3. ANÁLISIS DE LA PROBLEMÁTICA DEL ESTUDIO	47
1.4. DELIMITACIONES Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	49
1.4.1 Delimitación.....	49
a) Delimitación Temporal:.....	49
b) Delimitación espacial:	50
c) Delimitación social:.....	53
d) Delimitación conceptual.....	54

1.4.2. Definición del problema	56
1.5. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	56
1.6. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	57
1.6.1. Objetivo General.....	57
1.6.2. Objetivos Específicos.	57
1.7. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN	57
1.8. VARIABLES E INDICADORES	58
1.8.1. Variables e indicadores independientes:.....	58
1.8.2. Variables e indicadores dependientes:.....	59
1.9. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	60
1.10. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	62
1.11. COBERTURA DE ESTUDIO.....	63
1.11.1 Universo.....	63
1.11.2 Muestra	63
CAPÍTULO II: MARCO METODOLÓGICO	64
2.1. TIPO Y NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN.....	64
2.1.1 Tipo de investigación.....	64
2.1.2 Nivel de investigación	65
2.2. MÉTODO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	65
2.2.1 Método de investigación.....	65
2.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.....	66
2.3.1 Técnicas	66
2.3.2 Instrumentos	67
2.4. METODOLOGÍA PARA LA MEDICIÓN DEL CAUDAL	68
2.4.1 Método del aforo directo con recipiente o método del cubo y cronómetro.....	68
2.4.2 Método del Flotador.....	69
2.5. METODOLOGÍA PARA LA MEDICIÓN DEL PERALTE	73
2.6. METODOLOGÍA PARA LA MEDICIÓN DEL TALUD	74
2.7. METODOLOGÍA PARA LA MEDICIÓN DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA.....	75
2.8. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES	76
CAPÍTULO III: MARCO TEÓRICO	78
3.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	78
3.2. MARCO HISTÓRICO	98

3.3. MARCO TEÓRICO	99
3.3.1 Medidas Correctivas	99
3.3.2 Impactos Ambientales.....	112
3.3.3 Impacto ambiental en programas viales	115
3.3.4 Peralte	121
a) Velocidad específica:.....	123
b) Radio de la curva:	126
c) Coeficiente de rozamiento fricción:	128
3.3.5 Importancia de las carreteras para el desarrollo	133
3.4. MARCO LEGAL:	135
3.4.1. Normatividad general	135
CAPITULO IV: ANALISIS Y RESULTADOS.....	147
4.1. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	147
4.1. 1 Análisis de los resultados en peralte.....	147
4.1. 2 Análisis de los resultados en taludes	152
4.1.3 Análisis de pontones y badenes	156
4.1.4. Análisis de resultados en caudal de los riachos y ríos	157
4.1.5. Identificación y Evaluación de Impactos Ambientales	160
4.1.6. Descripción de los principales Impactos Ambientales	171
CAPITULO V: MEDIDAS CORRECTIVAS	187
5.1. MEDIDAS CORRECTIVAS	187
5.1.1 Peralte adecuado	187
5.1.2 Manejo de taludes	188
5.1.3 Señalización vial.....	192
5.1.4 Obras físicas	199
5.1.5 Manejo de micro-cuencas	201
5.1.6 Revegetación	202
5.1.7 Manejo y protección de la diversidad biológica.....	204
5.1.8 Gestión de riesgo	205
CONCLUSIONES	209
RECOMENDACIONES	211
BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA	213

ANEXOS.....	217
ANEXO N°01: Matriz de consistencia.....	218
ANEXO N° 02: Zonas de vida natural	219
ANEXO N° 03: Medición de taludes	222
ANEXO N° 04: Medición del peralte.....	224
ANEXO N° 05: Medición del caudal	225
ANEXO N° 06: Zonas en Emergencia.	226
ANEXO N° 07: Resultados del análisis de suelo	229
ANEXO N° 08: Información SENAMHI.....	231

ÍNDICE DE TABLAS

Cuadro N° 1.1.- Precipitación mensual de las estaciones meteorológicas Urubamba, Quillabamba y Machupicchu.	18
Cuadro N° 1.2.- Comparativo entre la temperatura máxima (T° Max.) y la temperatura mínima (T° Min.), según las estaciones climatológicas de Urubamba, Quillabamba y Machupicchu (Unidad de medida: ° C).....	20
Cuadro N° 1.3.- Inventario de quebradas que interceptan la vía.....	35
Cuadro N° 1.4.- Fauna silvestre de la zona.....	40
Cuadro N° 1.5.- Flora silvestre de la zona.	43
Cuadro N° 1.6.- Localización del proyecto.	53
Cuadro N° 1.7.- Indicadores de las variables independientes.....	59
Cuadro N° 1.8.-Indicadores de las variables dependientes.....	60
Cuadro N° 2.1.- indicadores y técnica de medición.....	67
Cuadro N° 2.2.- Factor de corrección:	71
Cuadro N° 2.3.- Especies presentes en la zona.	76
Cuadro N° 3.1.- Impactos y manejo socio-ambientales propuestos.	80
Cuadro N° 3.2.- Cuadro de control de emergencias viales-año 2010.....	82
Cuadro N° 3.3.-Cuadro de control de emergencias viales-año 2011.....	83
Cuadro N° 3.4.- Cuadro de control de emergencias viales-año 2012.....	84
Cuadro N° 3.5.- Cuadro de control de emergencias viales-año 2013.....	85
Cuadro N° 3.6.- Cuadro de control de emergencias viales-año 2014.....	90
Cuadro N° 3.7.- Cuadro de control de emergencias viales-año 2015.....	92
Cuadro N° 3.8.- Sub-tramos de la carretera Abra Málaga – San Luis.....	99
Cuadro N° 3.9.-Taludes de cortes.....	105

Cuadro N° 3.10.-Taludes de relleno.	106
Cuadro N° 3.11.- Peraltes para carreteras del grupo 1.....	126
Cuadro N° 3.12.- Peraltes para carreteras del grupo 2.....	126
Cuadro N° 3.13.- Radios mínimos para peralte máximo $e_{máx} = 8 \%$ y fricción máxima. ...	127
Cuadro N° 3.14.- Radios mínimos para peralte máximo $e_{máx} = 6 \%$ y fricción máxima. ...	128
Cuadro N° 3.15.- Coeficiente de fricción transversal máxima	128
Cuadro N° 3.16.- Relación de los factores.....	129
Cuadro N° 3.17.- Estándares nacionales de calidad ambiental para ruido.	140
Cuadro N° 3.18.- Estándares nacionales de calidad ambiental del aire.	141
Cuadro N° 3.19.- Del reglamento presenta los valores de tránsito.....	142
Cuadro N° 3.20.- Del reglamento presenta los valores referenciales de material particulado con diámetro menor o igual a 2.5 micrómetros (pm-2.5).	142
Cuadro N° 4.1.- Cálculo del peralte para las curvas en el tramo de estudio comparado con el peralte medido en campo.	149
Cuadro N° 4.2.- Comparación del peralte medido en campo con el cálculo del peralte óptimo.....	151
Cuadro N° 4.3.- Mensuración de los taludes más riesgosos en el tramo de estudio.....	153
Cuadro N° 4.4.- Caudal de los riachos en el ámbito de estudio en época secas.	157
Cuadro N°4.5.- Caudal de los riachos en el ámbito de estudio en época creciente ó de lluvias.....	159
Cuadro N° 4.6.- Comparación del caudal en la etapa de sequias y lluvias.....	161
Cuadro N° 4.7.- Sostenibilidad de las acciones del proyecto en la etapa de funcionamiento.....	161
Cuadro N° 4.8.- Resumen de la tipología de impactos de las acciones en la etapa de operación de la vía.	166
Cuadro N° 4.9.- Matriz de interacción Causa/Efecto en la etapa de funcionamiento en la vía Cusco-Quillabamba, tramo Abra Malaga-San Luis.....	167
Cuadro N° 5.1.- Medidas Correctivas para el Manejo de Taludes.	188
Cuadro N° 5.2.- Formas y significados de las señales de tránsito.	193
Cuadro N° 5.3.- Color y significados de las señales de tránsito.....	193
Cuadro N° 5.4.- Imágenes de señales de advertencia.	194
Cuadro N° 5.5.- Imágenes de señales de prohibición.	195
Cuadro N° 5.6.- Imágenes de señalización ambiental.	195
Cuadro N° 5.7.- Señales de tránsito y sus Medidas Correctivas.....	197
Cuadro N° 5.8.- Obras físicas y su imagen correspondiente	200
Cuadro N° 5.9.- Estimación de Riesgo y su Medidas Correctivas.	207

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1.1.- Forma de distribución de ríos y ricahos en el tramo de estudio.	34
Gráfico N° 1.2.- Mapa de ubicación.....	52
Gráfico N° 3.1.- Corte y relleno en una ladera empinada.....	109
Gráfico N° 3.2.- Diseño de opciones de secciones típicas.....	110
Gráfico N° 3.3.- Tipos de muros de sostenimiento usuales.....	111
Gráfico N° 3.4.- Equilibrio del vehículo durante el giro en un peralte:.....	124
Gráfico N° 5.1.- Partes de las señales de tránsito.	198

RESUMEN

La presente tesis intitulada: **Medidas Correctivas a los Impactos Ambientales en la carretera Cusco Quillabamba, Tramo: Abra Malaga – San Luis** , tiene por objetivo evaluar los efectos e impactos ambientales generados en la etapa de operación del tramo Carretero Abra Malaga – San Luis a fin de proponer medidas correctivas que mitiguen, restauren y/o compensen los impactos antes mencionados, el cual se desarrolló utilizando el método científico deductivo-inductivo, que condujo a la verificación de la hipótesis planteada. Así mismo se utilizó metodologías para la mensuración en campo de los indicadores (Caudal de riachos, peralte, taludes, evaluación de impacto ambiental).

La carretera Cusco Quillabamba, tramo: Abra Malaga-San Luis materia de estudio, es una de las más importantes vías de comunicación en la región Cusco, con 29 Km de longitud que involucra tres Zonas de Vida Natural rica en biodiversidad y con una geología frágil, constituye una zona muy crítica y vulnerable debido al inadecuado manejo e inapropiada implementación del Plan Ambiental en la etapa de operación, generando así problemas de aspecto social, ambiental y económico.

La tesis fue desarrollada en la temporada de lluvias y sequía, permitiendo un completo cálculo del caudal de los riachos, mensuraciones del peralte, taludes y diversidad biológica; además de la identificación y caracterización de los diversos impactos ambientales potenciales y la identificación de las acciones más impactantes que generan deterioro en la vía, entre otras.

Por ello la importancia de implementar medidas correctivas a los diversos impactos ambientales en el mencionado tramo, como la construcción de muros de contención, terraplenes, cunetas de coronación, revegetación, entre otros, de manera que permita la conservación de la diversidad biológica en la zona.

ABSTRACT

This thesis entitled: **corrective actions to the environmental impacts on the road Cusco-Quillabamba, section: open Malaga - San Luis** , it aims to evaluate the effects and environmental impacts in the operation stage of the section Carter open Malaga - San Luis in order to propose corrective measures that mitigate, restore or compensate for the impacts mentioned above, which was developed using the deductive scientific method which led to the verification of the hypothesis. Likewise used methodologies for the assessment in the field of indicators (flow of streams, slopes, cant, environmental impact assessment).

The Cusco-Quillabamba Highway section: open Malaga-San Luis field of study, is one of the most important means of communication in the Cusco region, with 29 Km in length that involves three areas of Natural life rich in biodiversity and fragile geology, is a very critical and vulnerable because of improper handling and improper implementation of the environmental Plan in the operation stage passing on the social, environmental and economic problems.

The thesis was developed in the rainy season and drought, allowing a full calculation of the flow of the rivers, mensuraciones of cant, slopes, and biological diversity; In addition to the identification and characterization of various potential environmental impacts and the identification of the most shocking actions causing deterioration in the via, among others.

For this reason, the importance of implementing corrective measures to the various environmental impacts in the mentioned section, such as the construction of retaining walls, embankments, ditches of Coronation, revegetation, among others, to allow the conservation of biological diversity in the area.

INTRODUCCIÓN

La región de Cusco cuenta con un total de 7,261 Km. de carreteras, de los cuales 1,966 Km. pertenecen a la Red Vial Nacional, 3,053 Km. a la Red Vial Departamental y 2,242 Km. a la Red Vial Vecinal (MTC 2010); esta información permite colegir que Cusco como Región en pleno crecimiento económico por encima del promedio nacional, por lo que se tiene que seguir construyéndose carreteras que permitan la vinculación de pueblos y sociedades para que a su vez, dinamicen la economía regional y que los productos alcancen los mercados regionales y nacionales; sin embargo, los programas viales tienen que estar adecuados a la legislación Ambiental Nacional.

Toda obra vial genera efectos e impactos adversos al ambiente natural y antrópico del área de influencia directa e indirecta de la obra, los que en cumplimiento a la Normativa Ambiental Nacional, son analizados a través de los Estudios Ambientales específicamente desarrollados para cada Proyecto. Las evaluaciones ambientales enfatizan la identificación oportuna de problemas ambientales en el ciclo del proyecto para diseñar obras con mejoras ambientales y así evitar, atenuar o compensar los impactos adversos que pueden ser producidos.

El cumplimiento de los procedimientos utilizados para las evaluaciones ambientales, posibilita a los constructores y organismos evaluadores considerar los aspectos ambientales, reduciendo así las necesidades subsecuentes de imponer limitaciones al proyecto y evitando los costos y demoras en la implantación que podrían surgir a raíz de los problemas no anticipados.

Si bien los estudios de impacto ambiental se deben realizar antes de iniciar la obra, frecuentemente existe un proyecto definitivo de la carretera a construir; por ello el contar con

el conocimiento de los impactos generados y de sus posibles medidas de mitigación, atenuación o control, darán mayores herramientas para que el diseñador las tome en consideración dentro del proceso, obteniendo como resultado menores variaciones entre el costo estimado y el real, motivadas por la necesidad de realizar trabajos no contemplados y detectados dentro del estudio de impacto ambiental.

Los proyectos de carreteras, además de diseñar y presupuestar todas las medidas preventivas y correctoras que minimicen los impactos, han de procurar integrar el trazo de la vía con su entorno, minimizando y equilibrando los movimientos de tierra necesarios, al ser ésta una de las acciones con mayor incidencia ambiental.

Por otro lado, la protección de taludes, su adecuado trazo y sobre todo su manejo mediante terraplenes, revegetación, cunetas de coronación y otras prácticas, lo más rápidamente posible durante y después de su ejecución, evitará la erosión de los mismos. Además, las plantaciones cumplen importantes funciones de integración en el entorno y son elementos de seguridad vial, freno contra la contaminación atmosférica y protección contra agentes atmosféricos, tales como el calor, la nieve y el viento.

Todos los factores ambientales deben estar perfectamente diseñados e incluidos en los planos y presupuestos, de forma que no supongan costos no previstos para el contratista de las obras y, menos ciertamente para la Autoridad.

Es esencial la conservación de las carreteras, pues el costo de su construcción proviene de las arcas públicas y su mantenimiento debe estar también presupuestado a efecto de que su

periodo de vida no sea corto. Una vez ejecutado el proyecto, el mantenimiento de la carretera debe ser de los siguientes tipos: Preventivo, rutinario, correctivo y reconstrucción.

En la fase de construcción se toman en cuenta todos los procedimientos para la construcción de una vía, y de qué forma éste empieza a cambiar el entorno en cuanto a su aspecto físico.

En la fase de funcionamiento, hace referencia propiamente al mantenimiento, con el fin de disminuir la erosión en las laderas de la vía, previniendo futuros deslizamientos u otros problemas sobre la misma. Además, toda vía debe tener un tratamiento el cual permita integrarla con el paisaje, mediante estrategias funcionales y estéticas con el fin de optimizar el funcionamiento de la misma.

La carretera Cusco-Quillabamba ya se encuentra en la etapa de operación y a lo largo de su trayecto se observan una serie de aspectos que se hallan vinculados a una falta de adecuado y oportuno mantenimiento, por lo tanto, se aprecian fallas en el diseño de la vía, deslizamientos, erosión, afectación a la flora y fauna, deterioro y pérdida de la carpeta de rodadura, disminución en la efectividad de las cunetas laterales, de los pontones y sistemas de drenaje, deterioro en las cunetas de coronación, no manejo de las micro-cuencas y riachos temporales y permanentes, etc. Hechos que conducen a impactos sociales, económicos y ambientales que se evaluó mediante la presente tesis.

La tesis al evaluar los impactos de la carretera en la etapa de funcionamiento contrasta la información secundaria del proyecto carretero proporcionado por la Dirección Regional de Transportes y Comunicaciones con las observaciones y mediciones de campo y tiene por

objetivo alcanzar sugerencias respecto de las medidas correctivas, cuya finalidad es la recuperación, total o parcial, de las condiciones existentes y que ocasionan los impactos antes mencionados.

La tesis se desarrolla en el tramo Abra de Málaga-San Luis, segmento de la vía que tiene una longitud de 29 Km. e involucra tres Zonas de Vida Natural rica en diversidad biológica, con una geología frágil, con pendientes superiores al 35% en su geomorfología. Este tramo constituye una de las zonas más críticas y vulnerables desde el punto de vista ambiental, puesto que esta zona presenta una topografía accidentada, alberga ecosistemas frágiles de puna y de bosque nuboso y está caracterizada por una precipitación pluvial superior a 800 mm en la zona alta y mayor a 1,800 mm anuales en la zona del bosque de nubes. La tesis determina evaluaciones respecto de los principales problemas ambientales generados en la etapa de operación de la carretera y sugiere las medidas correctivas más importantes.

CAPÍTULO I: GENERALIDADES

1.1. CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICO-AMBIENTALES

El ámbito geográfico donde se desarrolló la tesis está ubicado al Sur del país, región Cusco, involucrando a la provincia de La Convención, y dentro de ello se considera al distrito de Huayopata, con las siguientes coordenadas geográficas.

- El subtramo 1, se inicia en el abra Málaga, en el Km. 130+000 y llega hasta la localidad de carrizales en el Km.153+000.
- El subtramo 2, se inicia en la localidad de Carrizales Km. 153+000 y llega hasta la localidad de San Luis en el Km.159+350.

El tramo se inicia geográficamente en el Abra Malaga que tiene las siguientes coordenadas N: 8546204 y E: 0792341 a una altura de 4,330 m.s.n.m. y termina en el centro poblado de San Luis cuyas coordenadas son N: 8552788 y E: 0783161 a 3,002 m.s.n.m.

1.2. CARACTERÍSTICAS DEL MEDIO FÍSICO

1.2.1. Clima

Dentro del área de influencia del tramo vial en estudio no se encuentra instalado ningún observatorio meteorológico. Sin embargo, esta deficiencia de información ha sido superada mediante la utilización de información climática procedente de otras estaciones cercanas a la zona de estudio, cuyos valores fueron obtenidas de la estación meteorológica más cercana (estación meteorológica de Machupicchu) para dar una referencia aproximada de las características climatológicas del sector en evaluación.

En este sentido, se han recopilado los registros meteorológicos obtenidos por las estaciones de Urubamba, Quillabamba y Machupicchu. Dichos registros corresponden a los parámetros de precipitación diaria y temperatura máxima y mínima.

- a) **Precipitación:** De acuerdo a la información registrada por las estaciones de Machupicchu, Quillabamba y Urubamba mostradas en el cuadro N°1.1, tomando como referencia datos de la estación más cercana al área de estudio, que presenta una precipitación relativamente significativa, cuyo total es de 1,466 mm/año, sin embargo, aumenta conforme se desciende los flancos orientales de la Cordillera de los Andes y se aproxima hacia la selva baja. El cambio obedece fundamentalmente a la presencia de las masas de aire húmedo provenientes del Atlántico, las cuales al ascender en altitud se van enfriando y por consiguiente, el contenido de humedad se va condensando hasta llegar a precipitar.

Cuadro N° 1.1.- Precipitación mensual de las estaciones meteorológicas Urubamba, Quillabamba y Machupicchu.

Meses	Estación Urubamba	Estación Quillabamba	Estación Machupicchu
diciembre 2013	136	197.4	351.6
enero 2014	123.7	318.8	481.3
febrero 2014	70.8	157.5	251
marzo 2014	52.5	153.7	232.7
abril 2014	32.5	70.1	149.4
Total	415.5	897.5	1466

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)-2014.

También es necesario mencionar que las precipitaciones pueden ser mayores en intensidad dependiendo de la ocurrencia de años húmedos (aquéllos, en los cuales la precipitación es abundante y sobrepasan los valores normales), o de años secos (aquéllos, en los que la precipitación es escasa, es decir, por debajo de los valores normales) y/o años normales (aquéllos, en los que la precipitación guarda relación con los valores estadísticos normales); éste conocimiento de la intensidad de precipitación es de gran importancia para el estudio de la tesis puesto que por medio de esta información se verificó si las obras de drenaje, alcantarillas, cunetas entre otros, son adecuados para la demanda hidrológica de la zona en estudio.

Cabe mencionar que si en la estación Machupicchu se registró una precipitación superior a 1,400 mm. esto en los meses de diciembre 2013 a Abril 2014, la zona de estudio es de mayor precipitación, permanente nubosidad baja y alta humedad.

- b) Temperatura:** Los tipos climáticos presentes en el área de estudio comprenden una secuencia gradual térmica desde el patrón semifrígido hasta el cálido, evidenciada por un régimen de temperaturas cuyos valores promedios ascienden en forma progresiva conforme se pierde elevación.

De acuerdo a los datos registrados en las estaciones meteorológicas antes mencionadas el cuadro N° 1.2, muestra las temperaturas media para cada estación meteorológica, se puede observar que la temperatura máxima se presenta en los meses de diciembre hasta abril; en la estación más cercana al área de estudio es de 23 °C, sin embargo, tiende a descender con la altura, llegando a cifras muy bajas en el sector de Abra Málaga, para luego incrementarse nuevamente al pasar a la zona subtropical.

Conviene señalar además que en el área en mención se tiene registrado una temperatura mínima de 8.8°C como se muestra en el cuadro N° 1.3, así se tiene una variación de temperaturas que desciende desde 23°C hasta 8.8°C y un promedio de 15.9 °C a lo largo del año.

Cuadro N° 1.2.- Comparativo entre la temperatura máxima (T° Max.) y la temperatura mínima (T° Min.), según las estaciones climatológicas de Urubamba, Quillabamba y Machupicchu (Unidad de medida: ° C).

Meses	Estación Urubamba		Estación Quillabamba		Estación Machupicchu	
	T° Max.	T° Min.	T° Max.	T° Min.	T° Max.	T° Min.
diciembre 2013	21.66	12.1	30.66	19.9	22.73	9
enero 2014	20.64	11.6	29.44	20.5	23.01	10.3
febrero 2014	19.03	10.8	27.47	18.1	21.09	8.9
marzo 2014	22.23	11.9	30.54	20.3	23.66	8.7
abril 2014	21.83	11.1	29.92	24.5	22.73	7.1
Media	21.078	11.5	29.606	20.66	22.644	8.8

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)-2014.

Asimismo, es importante mencionar que el ritmo diario de la temperatura presenta los valores máximos después del medio día, para luego declinar en horas de la tarde y más aún durante la noche.

1.2.2. Geología

El área en estudio se desarrolla sobre la Cordillera Oriental, a lo largo del valle glaciofluvial del río Lucumayo. El relieve es abrupto con laderas de fuerte pendiente y microvalles encañonados, cuyos cauces tienen fuertes gradientes. El tramo carretero inicia en el Abra de Málaga a 4,330 m.s.n.m., a partir de donde inicia un descenso hasta la localidad de San Luis ubicado a 3,002 m.s.n.m. El primer subtramo (Km. 130+000), se

ubica sobre depósitos morrénicos propios de las cuencas colectoras, los cuales están constituidos por una mezcla de bolones y bloques de rocas de naturaleza esquistosa y conglomerádica, fragmentos sub-redondeados y cascajo, con los espacios entre clastos rellenos de material arcillo – limosos, de moderada a baja plasticidad y de color marrón. El segundo subtramo (Km. 153+000), que se inicia en el poblado de Carrizales, a 3,552 m.s.n.m., discurre sobre depósitos fluviales y aluviales recientes.

La descripción que se presenta a continuación está basada en el análisis y reconocimiento en campo, correspondiente a los cuadrángulos de Urubamba y Calca y al mapa geológico de la zona de estudio.

- a) **Geomorfología:** En el área de estudio se reconocen unidades geomorfológicas regionales bien diferenciadas, las cuales han sido modeladas a través del tiempo por los procesos geológicos, tanto de erosión como de acumulación de materiales. Dentro de ello se encuentra las siguientes características.

El tramo Abra Malaga y San Luis se localiza en el límite Altiplanicies-Cordillera Oriental, sin embargo, las montañas y nevados al Norte y Noreste de la ciudad se localizan en plena Cordillera Oriental. En efecto, los nevados de Halancoma (5,450 m.s.n.m.) y Pumahuanca (5,330 m.s.n.m.) forman las crestas más altas de la región. Las aguas del flanco, este del nevado Halancoma llegan a la quebrada Yuracmayo y esta a su vez llega a la quebrada principal Patacancha. Los deshielos del nevado Pumahuanca, no llegan directamente a la quebrada Patacancha, sin embargo todas las aguas subterráneas y pluviales se canalizan en la quebrada Patacancha, que en su

desembocadura forma el cono aluvial donde se halla la ciudad de Ollantaytambo. Este cono aluvial se ha formado por diferentes aluviones, seguramente en relación al retroceso de los glaciares, cambios climáticos y sismos. Las rocas que afloran en la Cordillera Oriental, es decir en la margen derecha del río Vilcanota, son principalmente metamórficas del Paleozoico inferior y rocas Vulcano.

Dentro de esta se encuentran las siguientes sub-divisiones:

1. Cordillera de Vilcabamba.
 2. Vertiente norte de la cordillera de Vilcabamba.
 3. Valles Transversales.
 4. Valles Intracodilleranos.
 5. Montañas de Mesapelada.
 6. Borde sur de la cordillera oriental.
 7. Borde norte de las altiplanicies.
-
1. **Cordillera de Vilcabamba:** la cordillera de Vilcabamba ocupa gran partes del cuadrángulo de Machupicchu y las parte sur-oeste del cuadrángulo de Quillabamba. Limita al sur-oeste con el río Apurímac, desarrollando una vertiente bastante abrupta, mientras que al norte el paso es gradual hacia la vertiente norte de la Cordillera Oriental. Esta unidad se extiende al este hacia el cuadrángulo de Urubamba (27-r) y por el oeste hacia el cuadrángulo de Pacaypata (27-p).

En la cordillera Vilcabamba hemos distinguido las siguientes cadenas de nevados:

- ***Cadena de nevados Salcantay-Corihuayrachina:*** se ubica al sur-este de la cordillera de Vilcabamba y está conformada por los nevados: Salcantay (6,264 m.s.n.m.), Corihuayrachina (5,404 m.s.n.m.), Paljay (4,422 m.s.n.m.), Tocarohuay (5,910 m.s.n.m.), Amparay (5,418 m.s.n.m.), Huamantay (5,473 m.s.n.m.), Chaupiloma (5,339 m.s.n.m.) y Padreyoc (5,771 m.s.n.m.). Esta cadena de dirección E-O, se ha desarrollado principalmente en rocas metamórficas del Paleozoico inferior a excepción del nevado Salcantay que se halla sobre intrusivos permo-triásicos. Los nevados tienen crestas agudas y flancos irregulares de fuerte pendiente, lo que contribuye a la desglaciación.
- ***Cadena de nevados Sacsarayoc-Pumasillo:*** esta cadena de dirección E-O, se localiza en la parte central de la cordillera de Vilcabamba, está formada por los nevados: Sacsarayoc (5,994 m.s.n.m.), Pumasillo (5,104 m.s.n.m.) y Choquetacarpo (5,512 m.s.n.m.), con una cobertura de glaciar de aproximadamente 25 Km. las rocas que componen esta cadena son principalmente intrusivas del batolito de Pumasillo.
- ***Cadena de Nevados de Pituiray – La Verónica:*** Esta cadena de dirección NO – SE, se halla al norte del río Urubamba y está conformada por los nevados de Chaiñapuerto, Pituiray (5,100 m.s.n.m.), Canchacanchajasa (4,984 m.s.n.m.), Sirihuana (5,399

m.s.n.m.), Capacsaya (5,044 m.s.n.m.), Halamcoma (5,367 m.s.n.m.), Verónica (5,682 m.s.n.m.), Huajayhuilca (5,361 m.s.n.m.) y el Bonanta (5,319 m.s.n.m.).

Por el tipo de rocas, esta cadena puede ser dividida en dos tramos: una al este, entre los nevados de Pitusiray y Pumahuanca, desarrolladas sobre rocas intrusivas y rocas volcánicas del Grupo Mitu, con laderas relativamente empinadas; y la otra al oeste, entre Alacoma y Bonanta, que se hallan sobre rocas paleozoicas, principalmente del Ordoviciano, desarrollando laderas bastante empinadas que forman el cañón del Urubamba.

- ***Cadena de Nevados de Terijuay – Quilloc:*** Se halla separada de la Cadena Chicón – Verónica, por una zona intermedia relativamente más baja. Está conformada por los nevados Terijuay (5,330 m.s.n.m.) y Quilloc (4,990 m.s.n.m.) que están sobre rocas intrusivas. Estos nevados constituyen las estribaciones orientales de la Cordillera Oriental.

2. **Vertiente norte de la Cordillera de Vilcabamba:** la vertiente norte de la Cordillera Vilcabamba corresponde a la totalidad del cuadrángulo de Quillabamba. Comienza gradualmente a partir del flanco norte de la cordillera de Vilcabamba y se prolonga hasta el cuadrángulo de Timpia (25-q). esta vertiente se caracteriza por zonas altas, controladas por rocas intrusivas del macizo de Quillabamba, disminuyendo progresivamente hacia el norte, donde afloran rocas paleozoicas.

Hidrográficamente, esta vertiente está cortada por ríos y valles transversales que drenan sus aguas hacia la cuenca del río Urubamba.

La zona baja corresponde a la denominada Ceja de Selva, que en la zona de estudio se ubica aproximadamente entre 1,500 y 800 m.s.n.m. Se caracteriza por ser una transición entre la Cordillera Oriental y la zona Subandina. Presenta una topografía compleja, mostrando, por una parte, una superficie montañosa con quebradas, lomas y laderas, y por otra cortadas por los valles transversales.

- **Meseta de alto Quiteni:** al borde oeste del cuadrángulo de Quillabamba aparece una zona con relieve suave, cuya altitud varía entre 2,200 m.s.n.m. Esta zona algo plana se ha formado sobre rocas intrusivas del macizo de Quillabamba. Esto puede ser explicado por la forma del Plutón, así como, por las condiciones climáticas húmedas y calientes de Ceja de Selva, habiendo meteorizado fácilmente la parte superior del macizo.
- **Meseta de Alto Coribeni:** en la parte central del cuadrángulo de Quillabamba, se tiene otra zona con relieve relativamente suave, cuya altitud varía entre 1,700 y 2,100 m.s.n.m. Desarrollada sobre rocas intrusivas del macizo de Quillabamba, esta meseta corresponde a la prolongación de la meseta Alto Quiteni, separadas por el valle del río Cirialo.

- **Meseta de Anchiuay:** se sitúa al noroeste del cuadrángulo de Quillabamba y su altura varía entre 1,700 y 1,800 m.s.n.m. Se diferencia de las dos mesetas anteriores, por presentar afloramiento de esquistos y pizarra del paleozoico inferior.

3. Valles Transversales: La Cordillera Oriental se encuentra dividida por los valles de diferentes direcciones que originan una topografía muy variada y fuerte relieve. Estos valles son el producto de una permanente erosión fluvial de los terrenos y constituyen los colectores de las aguas provenientes de las montañas. La pendiente de los valles de la vertiente norte es relativamente más suave, en comparación con los valles de la vertiente sur, que presenta un declive fuerte y sus laderas son mucho más empinadas.

Entre los principales valles se tienen:

- **Valle del río Chuyapi:** Este valle se ubica al oeste de la ciudad de Quillabamba y cuyas nacientes se encuentran al extremo sur del cuadrángulo de Quillabamba este valle tiene tributarios que han desarrollado un drenaje detrítico. El río Chuyapi recorre aproximadamente entre los 3,800 y 1,00 m.s.n.m. y atraviesa extensos afloramientos de rocas intrusivas del macizo de Quillabamba y rocas del paleozoico inferior, formando valles transversales muy empinadas entre sus nacientes y poco empinados cerca de su desembocadura en el río Urubamba.

- **Valle del río Cirialo:** Este valle desarrolla al oeste del cuadrángulo de Quillabamba y se emplaza aproximadamente entre los 4,600 y 800 m.s.n.m. las aguas del río Cirialo nacen en las alturas del nevado Cirialo en la cordillera de Vilcabamba, al límite con el cuadrángulo de Machupicchu, donde el valle presenta laderas fuertes. Posteriormente, este recibe las aguas de afluentes que nacen en las mesetas de Alto Quiteni y Alto Coriberi. Este afluente, han desarrollado en las rocas intrusivas, un drenaje sub-paralelo, los que están alimentados por pequeños tributarios de drenaje dendrítico.

- **Valle del río Vilcabamba:** Este valle está ubicado al norte y noroeste del cuadrángulo de Machupicchu, se caracteriza por ser profundo y encañonado. Las nacientes se encuentran aproximadamente a 4,400 m.s.n.m. en los nevados Pumasillo y Choquetacarpo. Este valles es del tipo juvenil se ha desarrollado sobre rocas intrusivas y metamórficas del paleozoico inferior.

4. **Valles Intracordilleranos:** Consideraremos valles Intracordilleranos a los que atraviesan la Cordillera Oriental, tanto en la vertiente norte, así como en la vertiente sur.

5. **Montañas de Mesapelada:** Las montañas de Mesapelada, son una cadena de cumbres altas que superan los 3,500 m.s.n.m. y rodean la ciudad de Quillabamba, por el sector este. Estas montañas están limitadas por la vertiente oriental del valle Urubamba y se prolonga hasta el valle de

Ocobamba en el cuadrángulo vecino de Quebrada Honda (26-r). Las montañas se han desarrollado sobre rocas intrusivas permo-triasicas de Mesapelada.

6. Borde sur de la cordillera Oriental: El borde de la Cordillera Oriental se localiza al sur del río Apurímac. Morfológicamente es una zona relativamente accidentada, alcanzando altitudes de 4,400 m.s.n.m., presentando laderas bastantes empinadas hacia el río Apurímac, las que se encuentran disectadas por los ríos Cahora y Huanipaca.

7. Borde norte de las altiplanicies: esta unidad corresponde a la prolongación de las altiplanicies de los cuadrángulos de Urubamba y Cotabambas, donde el relieve es relativamente plano. Las altitudes varían entre 3,700 y 2,500 m.s.n.m.

b) Estratigrafía: La geología del área de influencia del proyecto está definida por una secuencia de rocas del Paleozoico Inferior, que han sido cubiertas en parte por depósitos clásticos del Cuaternario. Entre estas unidades cabe destacar la Formación Verónica que abarca gran parte del sector por donde discurre la vía. Así mismo es importante mencionar al Batolito de Vilcabamba, macizo intrusivo que aflora en las zonas periféricas del área de influencia, a ambos márgenes del río Lucumayo, se observa las siguientes formaciones geológicas

1. ***Paleozoico Inferior – Ordovícico:*** Dentro del sistema Ordovícico del paleozoico inferior se reconocen tres unidades litoestratigráficas:

- ***Formación Verónica: Ordovícico basal (O - v):*** Esta formación aflora en el nevado Verónica y se prolonga hacia el este, pasando por la carretera Ollantaytambo – Abra Málaga, hasta cerca de la quebrada Patacancha. Al oeste del nevado Verónica se halla truncada por el Batolito de Macchu Picchu.

La unidad en mención está constituida por conglomerados, los que están compuestos casi exclusivamente por cantos de cuarcita bien redondeados con matriz arenosa. Presenta tres secuencias: la primera empieza por intercalaciones de conglomerados grano – estrato crecientes; la segunda, es también creciente y exclusivamente conglomerádica; y la tercera secuencia es grano – estrato decreciente, terminando con intercalaciones de conglomerados y cuarcitas blancas verdosas.

- ***Formación San José: Arenigiano - Llanvirniano (Om – sj):*** Aflora en el Abra Málaga y se extiende hacia el este hasta el río Patacancha y al oeste por la carretera Ollantaytambo – Quillabamba.

En el Abra Málaga la Formación San José ha sido dividido en dos secuencias: La secuencia inferior, está conformada por cuarcitas (areniscas sericíticas) finas, rojizas, verdes y grises, seguida por pizarras micáceas y esquistos de estaurolita, de color verde o negro, y se termina por cuarcitas grises intercaladas con pizarras. La secuencia intermedia se caracteriza por

la presencia de lutitas bandeadas, formadas de niveles delgados de areniscas que pasan gradualmente a niveles de lutitas negras. Encima de esta parte intermedia afloran básicamente pizarras negras o filitas.

- **Formación Sandia: Caradociano (Os – s):** se prolonga hasta el norte de Canchayoc, dibujando una serie de pliegues que son cortados por una falla inversa que hace repetir a la formación San José. No cubre el área de influencia directa del proyecto, pero sí se extiende al lado derecho de la vía. Al este del Abra Málaga, las rocas de esta unidad se prolongan hasta la quebrada Ocoruruyoc.

Debido a su composición principalmente cuarcítica y de gran espesor, la formación Sandia se diferencia de otras unidades paleozoicas; sin embargo, es difícil determinar con exactitud su contacto con la Formación San José, dado que éste se manifiesta en concordancia y con aparente continuidad estratigráfica.

La formación Sandia ha sido dividida en cuatro secuencias: la primera (200 m.) está constituida por pizarras negras; la segunda (800 m.) se caracteriza por ser lo esencial de la unidad y se compone de bancos de cuarcitas intercaladas con niveles de pizarras negras o pizarras cuarcíticas más o menos gruesos; la tercera (500 m.) es predominantemente más arenosa; y la cuarta (300 m.) es una intercalación de pizarras negras o esquistos, con capas delgadas de cuarcitas, con presencia de nódulos calcáreos.

- **Formacion Ollantaytambo (C-O):** La Formación Ollantaytambo define una serie de rocas metamórficas que atribuyen al Cámbrico-Ordovícico por la presencia de fósiles. Esta unidad aflora al pie de las ruinas incas de Ollantaytambo y se extiende hacia el Noroeste hasta cerca del Abra Málaga.

Lateralmente se sigue al Este, hasta proximidades del valle del río Patacancha, al Oeste hasta el Nevado Bonanta. Está constituida por brechas, conglomerados, areniscas cuarcíticas, lutitas verdes, bancos de cuarcitas, niveles cineríticos verdes, andesitas (ignimbritas) de color oscuro. Todas estas rocas se hallan afectadas por la esquistosidad eoherciniana. El espesor aflorante es de aproximadamente 1000 metros.

2. **Depósitos Cuaternarios:**

- **Depósitos Glaciares (Q – g):** Los depósitos glaciares (morrenas) se ubican al pie de la cadena de nevados observados en la Cordillera Oriental. En la zona de tratamiento aparecen en el curso superior del río Lucumayo, cubriendo algunos pequeños sectores de la carretera.

Las quebradas de glaciación han sido modeladas por la acción erosiva de los antiguos glaciares pleistocenos, habiendo quedado las impresiones en las rocas in situ y en el modelado topográfico de dichas quebradas.

- **Depósitos Aluviales (Q-al):** Dentro de estos depósitos, se ha considerado a los conos tanto aluviales como los de deyección, los cuales están conformados por grandes bloques de granitos, cuarcitas, rocas volcánicas,

etc., envueltos por una matriz areno arcillosa. En el área de estudio, estos conos están adosados principalmente a la desembocadura de las quebradas que alimentan al río Lucumayo.

- **Depósitos Fluviales (Q-f):** Estos depósitos han sido reconocidos en el fondo de los valles del río Vilcanota – Urubamba y están constituidos fundamentalmente por bancos de gravas y arenas que forman una o varias terrazas. En el área de influencia puede apreciarse en la cuenca media del río Lucumayo, desde el poblado de Carrizales; sin embargo, es a partir de San Luis que estos depósitos adquieren mayor notoriedad.

c) Tectónica

- **Pliegues:** El análisis estructural de las rocas metamórficas muestran pliegues del este - oeste en las rocas del grupo San José al sur de la falla Mampata-Amparay ubicado en el cuadrángulo de Quillabamba el anticlinal de Coribeni, que afecta a las formas San Gaban y Quillabamba nos dan una dirección microtectónica lo que coincide con los datos de cartografía. Además se puede apreciar que la esquistosidad es casi paralela a la estratificación.
- **Fallas:** Algunas fallas regionales como la falla Lúcumá-Chaullay han sido estudiadas, así, la estación de Cedropata medida en rocas del Grupo San José, muestra que se trata de fallas inversas sinestrales que indica una comprensión local.

Regionalmente, esta estructura es interpretada como falla de rumbo sub-vertical, lo que parece confirmarse con las observaciones microtectónicas cerca a la falla medidas en la Formación Sandia.

- **Diaclasas:** son estructuras sin desplazamiento, que se han originado por contracciones debidas al enfriamiento del magma durante la consolidación de este. En esta zona de estudio se han reconocido varios sistemas de direcciones de diaclasas, que afectan a las rocas intrusivas de los macizos de Machupicchu, Mesapelada, Quillabamba y Pumasillo produciendo un verdadero enjambre de fracturas.

La combinación de fallas y fracturas hace que los macizos rocosos graníticos de la zona estudiada sean bastante inestables, particularmente donde el relieve es bastante accidentado.

- d) **Geodinámica Externa:** En la zona del proyecto se presentan los siguientes fenómenos de geodinámica externa: deslizamientos, asentamientos, derrumbes y flujos de lodo, que pueden ser considerados como “áreas críticas”, debido al comportamiento que desarrollan a lo largo de la carretera y en diferentes periodos del año.

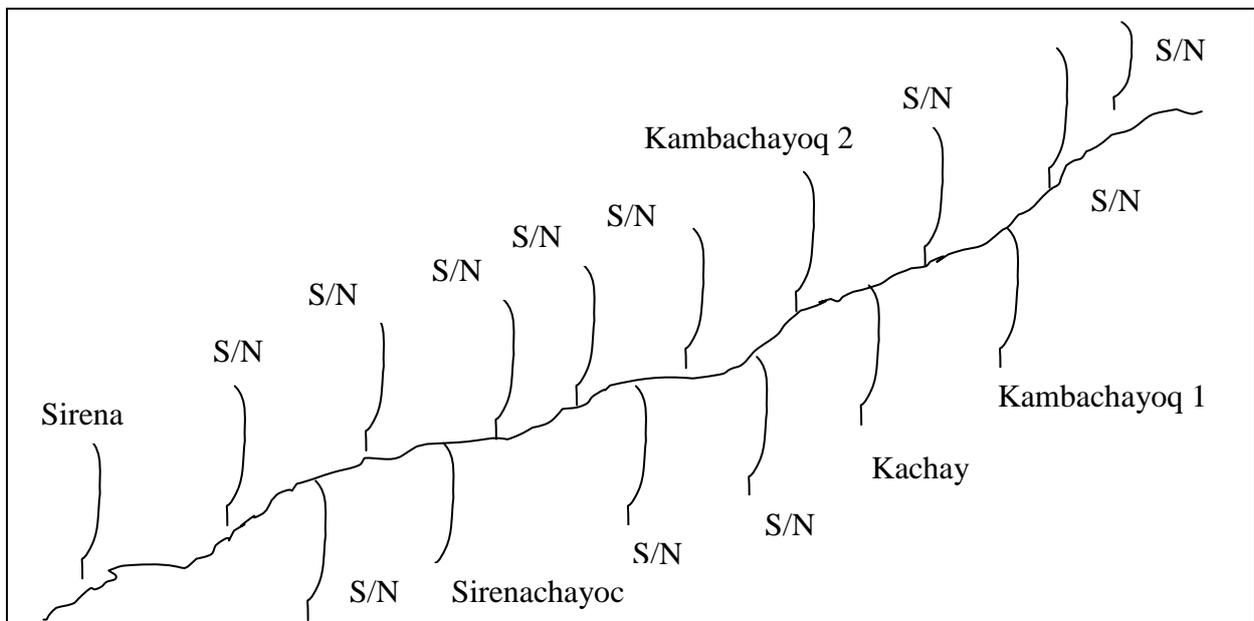
La magnitud y peligrosidad de las áreas inestables está en función directamente proporcional a la cantidad de material en movimiento, del grado de plasticidad que adquiere dicho material por saturación y de la mayor o menor gradiente del terreno.

1.2.3. Hidrografía

El principal sistema hidrográfico de la zona lo conforma el río Lucumayo, tributario por la margen derecha del río Vilcanota-Urubamba, cuyas nacientes se ubican en los deshielos de la cadena de nevados “La Verónica”. Las aguas de este río discurren de Este a Oeste, desde Abra Málaga, hasta su desembocadura en el río Urubamba, inmediatamente aguas abajo de la localidad Santa María “La Vieja”. Al inicio, el valle es estrecho y de pendientes fuertes; posteriormente, se amplía y presenta una pendiente moderada a suave, llegando finalmente a ser controlado por la falla Chaullay.

Es importante señalar también que, a lo largo del tramo en estudio se ha podido identificar micro-cuencas las cuales interceptan la vía como se muestra en el gráfico N°1.1. y cuadro N° 1.4.-

Gráfico N° 1.1.- Forma de distribución de ríos y riahos en el tramo de estudio.



Fuente: Estudio de Impacto Ambiental Carretera Cusco Quillabamba, Tramo Abra Malaga – San Luis; MTC.

Cuadro N° 1.3.- Inventario de quebradas que interceptan la vía.

NOMBRE	PROGRESIVA(Km.)
S/N	143+ 600
S/N	151+000
Kambachayoq 1	151+200
S/N	151+350
Kachay	151+611
Kambachayoq 2	152+100
S/N	152+120
S/N	152+300
S/N	152+550
S/N	152+570
S/N	152+600
Sirenachayoc	152+727
S/N	152+800
S/N	154+050
S/N	156+650
(La Sirena)	157+000

Fuente: Elaboración propia en base a las observaciones en campo e información obtenida.

S/N: Sin Nombre

- a) **Pluviometría:** La información pluviométrica que se toma como referencia para evaluar las condiciones de escorrentía superficial en el área de influencia corresponde a la precipitación máxima en 24 horas registrada por la estación de Machupicchu, que cuenta con 1,466 mm. de precipitación pluvial en la zona de estudio la cual se presenta de forma más o menos regular a lo largo del año; sin embargo, según el cuadro citado anteriormente muestra que la

precipitación pluvial más intensa se manifiesta durante los meses de diciembre, enero y febrero.

En cuanto a la esorrentía de las quebradas ubicadas en la zona en estudio, ésta sigue el patrón de comportamiento de la precipitación. Así, existen meses sin ningún o escaso escurrimiento (mayo – setiembre) y meses con presencia de escurrimiento variable creciente (octubre – abril). En los meses más húmedos, ocurren fenómenos de escurrimiento extraordinario o de descargas máximas, debido a la coincidente ocurrencia de fuertes precipitaciones.

El drenaje actual de acuerdo al estudio que se realizó cuenta con la formación de subdrenes, zanjas de drenaje, y encauzamiento en buen estado de conservación, sin embargo, se observa que es necesario incrementar zanjas de coronación para mejorar el flujo del agua superficial que transcurre a la largo del área de estudio.

1.2.4. Descripción del medio biótico

- a) **Zonas de Vida Natural:** El ámbito de estudio se encuentra en un ramal de la cordillera oriental que forma parte de la cordillera del Vilcanota. Desde la perspectiva ambiental y especialmente ecológica y de los recursos naturales (vegetación, suelo, diversidad biológica) se puede describir la existencia de Zonas de Vida Natural que abarcan desde los 4,330 m.s.n.m. en Abra Málaga Km. 130+00, hasta los 3,002 m.s.n.m. en San Luis (Km. 159+350). Cabe manifestar que en este tramo de la cordillera del Vilcanota hay fluctuaciones de precipitación, humedad atmosférica, biotemperatura, litología; además, la zona constituye cabecera de cuenca y divortium acuarium que genera los ríos Lucumayo, afluente de Vilcanota en Santa María (La Convención) y el río Málaga afluente del Vilcanota en Pisqakucho (Urubamba), por lo tanto, es de importancia la conservación de los ecosistemas en este espacio territorial.

La topografía del ámbito de estudio es abrupta con pendientes superiores al 40% y la litología corresponde a una zona de cizallamiento y fracturamiento, consecuentemente erosionables. Las rocas predominantes son sedimentarias como areniscas y metamórficas del tipo Pizarro-filitas que afloran en la superficie de las laderas.

Se identifican dos Zonas de Vida Natural y una zona de transición que se describen brevemente:

- 1. Paramo húmedo-Subandino Subtropical (ph-SaS):** Que se inicia en el Abra Málaga a 4,330 m.s.n.m. y termina en la progresiva 140+134. Las características bioclimáticas han sido identificadas en base al diagrama de Holdridge, por lo tanto la evotranspiración potencial es igual a la precipitación, consecuentemente existe déficit de humedad en la temporada de secas (junio a noviembre). En esta Zona de Vida Natural la precipitación es tanto nival como pluvial, de conformidad a los reportes de SENAMHI para ecosistemas similares 1,466 mm /año.

La configuración topográfica al inicio, es de áreas confinadas con suelos retentivos de humedad con horizonte A de color oscuro menor a 40 cm de profundidad y rica en materia orgánica. La biotemperatura promedio media anual es inferior a 8 °C.

La vegetación natural está constituida predominantemente por poaceas de las especies *Stipa ichu* (ichu); *Festuca dolichophylla* (ira ichu), *Calamagrostis rígida*, *Bromus rigidus* y otras; entre la vegetación arbustiva, especialmente se encuentra la especie *Buddleja coriacea* (Q'olle); *Barnadesia horrida* (Llaulli); *Baccharis odorata* (Tayanka); *Baccharis buxifolia* (Chillca); *Berberis boliviana* (Ch'eqche).

Los suelos son utilizados como pasturas para la crianza de ganado exótico (vacuno y ovino) y, camélidos sudamericanos (llama).

2. Zona de transición hacia el Bosque húmedo-Montano Subtropical

(bh-MS): Que abarca una franja bastante estrecha entre la progresiva 140+134 (3,872 m.s.n.m.) hasta la progresiva 143+600 (3,716 m.s.n.m.). Esta zona constituye el bosque nuboso donde la humedad es permanente y el relieve es predominantemente empinado.

La vegetación nativa corresponde a bosques relictuales de *Polylepis spp.* (Queuña); *Escallonia resinosa* (chachacomo), *Myrcine pellucida* (Chalanque); *Myrica pubescens* (Laurel de puma); *Myrcianthes oreophila* (Unca); *Piper elongatum* (Moqo moqo).

El uso de esta zona de transición está dada para la obtención de leña y madera, no existe actividad agrícola; excepcionalmente se observa la crianza de ganado vacuno.

3. Bosque húmedo- Montano Subtropical (bh-MS):

Esta zona constituye el bosque típico de neblina con alta humedad y elevada evapotranspiración, la precipitación pluvial en esta Zona de Vida Natural debe ser superior a 1,800 mm/año, por lo tanto corresponde a una zona de alta humedad.

La vegetación cubre las laderas conexas a la carretera aunque gran parte corresponde a vegetación de tipo secundario (purma) y muchas zonas se encuentran desestabilizadas por la falta de un manejo adecuado de los taludes de la carretera y de las microcuencas. Entre las especies más representativas tenemos: *Kurkur* (Chusquea spp); *Oreopanax spp*

(Maquimaqui); *Boconia pearcei* (yanali); *Myrcine pseudocrenata* (chalanque); *Maytenus lucma* (lucma); *Trema micranta* (yana kaspi); *Myrcianthes oreophyla* (unca); *Cinchona officinalis* (cascarilla); *Nectandra herrerae* (laurel); *Ocotea sp* (yanay); *Cecropia spp* (toroq); *Rubus chloropetala*, *Rubus roseus* (kari kari) y diversas especies de orquídeas.

- b) Diversidad biológica:** La diversidad biológica en estas Zonas de Vida Naturales es abundante, especialmente por la humedad y abundante vegetación presente. Entre las especies más conspicuas de fauna y flora se enlistan a continuación y corresponde gran parte a información secundaria y declaración de los pobladores, a continuación se anuncian los componentes de la fauna más representativa.

Cuadro N° 1.4.- Fauna silvestre de la zona.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	OBSERVACIÓN
Mamíferos		
<i>Akodon spp</i>	Ratones de campo	
<i>Conepatus chinga</i>	Comadreja	
<i>Desmodus rotundus</i>	Murciélago común	
<i>Didelphis albiventris</i>	Raposa común	
<i>Pseudalopex culpaeus</i>	Zorro andino-Atoq	
<i>Eira barbara</i>	Ucate	
<i>Nasua nasua</i>	Capiso	
<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	Según la UICN, se considera en la categoría de preocupación menor.

Viene

<i>Puma concolor</i>	Puma	Protegida mediante D.S. 034-2014-AG-INRENA, En la categoría de casi amenazada (NT) y según CITES enlistada en el apéndice II, y según la IUCN, en la categoría casi amenazada (NT)
<i>Tremarctos ornatus</i>	Oso de anteojos	Protegida mediante D.S. 034-2014-AG-INRENA, En la categoría de En peligro (EN) y según CITES enlistada en el apéndice I, y según la IUCN, en la categoría vulnerable (VU)
Reptiles y Batracios		
<i>Dendropsophus sp</i>	Cheqlla	Son los más abundantes.
<i>Genero liolaemus</i>	Diversas lagartijas	El género liolaemus presenta varias especies que se encuentran en el ámbito de estudio que evidencian diferentes colores desde el verde hasta el pardo jaspeados.
<i>Telmatobius marmoratus</i>	K'ayra	Predomina en los cursos de agua
<i>Bufo spinulosus</i>	Sapo común	
<i>Gastroteca sp</i>	Cheqlla	
<i>Telmatobius marmoratus</i>	K'ayra	Considerado por la UICN en la categoría de vulnerable (VU)
<i>Rhinella spinulosa wiegmann</i>		Considerado en la Lista Roja del UICN en la categoría Preocupación menor (LC). Mediante DS 034-2004-INRENA considerado como casi amenazado (NT)
<i>Dendropsophus sp</i>		De la familia Hylidae

Va

Aves		
<i>Andigena hypoglauca</i>	Tucán	Protegida median D.S. 034-2014-AG-INRENA, en la categoría de casi amenazada (NT) y la IUCN en la categoría de casi amenazado (NT).
<i>Aulacorhynchus prasinus</i>	Tucaneta	
<i>Bubo magellanicus</i>	Búho	
<i>Buteo magnirostris</i>	Gavilán caminero	
<i>Buteo puechlochrous</i>	Gavilán de puna	
<i>Colibrí coruscans</i>	Picaflor vientre azul	
<i>Elanoides forticatus</i>	Gavilán tijereta	
<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo o Killichu	
<i>Falco femoralis</i>	Halcón plumizo	
<i>Falco peregrinus</i>	Halcón peregrino	Protegida median D.S. 034-2004-AG, en la categoría de casi amenazada (NT).
<i>Hemispingus superciliaris</i>	Canario	
<i>Knipolegus aterrimus</i>	Viudita negra de ala blanca	
<i>Lafresnaya lafresnayi</i>	Colibrí aterciopelado	
<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma silvestre coliblanca	
<i>Momotus aequatorialis</i>	Relojero	
<i>Otus albogularis</i>	Mochuelo	
<i>Penelope montagnii</i>	Pava andina	
<i>Phalcoboenos megalopterus</i>	Halcón	
<i>Piculus rivoli</i>	Carpintero mantocarmesi	
<i>Tyto alba</i>	Lechuza	
<i>Turdus fuscater</i>	Zorzal negro	
<i>Turdus chiguanco</i>	Chiguanco	
<i>Vanellus resplendens</i>	Leke leke	

Viene

<i>Vultur gryphus</i>	Cóndor	Protegida median D.S. 034-2014-AG-INRENA, en la categoría de en peligro (EN); según CITES se halla en el apéndice I y la IUCN lo ubica en la lista roja en la categoría de casi amenazado (NT).
<i>Zonotrichia capensis</i>	Gorrión o pichitanca	

Fuente: Elaboración propia en base a las observaciones en campo e información obtenida.

Las especies arriba enlistadas son las más frecuentemente observadas y desde la perspectiva de la conservación y de los impactos generados por el trazo de la carretera y su posterior funcionamiento; las especies que se han visto afectadas en su desplazamiento y migración debido a que la carretera constituye una barrera física, son los mamíferos y reptiles. En cambio, las aves han sido afectadas por la destrucción de sus hábitats en sus acciones de anidamiento, ensayos de vuelos y obtención de alimentos; aspectos que no fueron considerados durante la construcción, ni en el actual funcionamiento de la carretera.

Seguidamente como componentes de la diversidad biológica enumeramos las especies vegetales más representativas del ámbito de estudio:

Cuadro N° 1.5.- Flora silvestre de la zona.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	OBSERVACIÓN
Arbóreas		
<i>Alnus acuminata</i>	Aliso	Protegida median D.S. 043-2006-AG, en la categoría de vulnerable (VU).

Viene

<i>Cecropia angustifolia</i>	Toroq	
<i>Cinchona pubescens</i>	Cascarilla	
<i>Clusia trochiformis</i>	Monte incienso	
<i>Duranta mandonii</i>	Mot'e mot'e	
<i>Erythrina falcata</i>	Pisonay	
<i>Escallonia resinosa</i>	Chachacoma	Protegida median D.S. 043-2006-AG, en la categoría de vulnerable (VU).
<i>Gaultheria glabra</i>		
<i>Hesperomeles latifolia</i>	Maqui manzana	
<i>Juglans neotropica</i>	Nogal	Protegida median D.S. 043-2006-AG, en la categoría de casi amenazada (NT).
<i>Mimosa cuzcoana</i>		
<i>Myrcianthes oreophila</i>	Unka	Protegida median D.S. 043-2006-AG, en la categoría de casi amenazada (NT).
<i>Nectrandia herrerae</i>	Laurel	
<i>Oreopanax sp</i>	Maqui maqui	
<i>Passiflora cuadrangulares</i>	Tumbo	
<i>Passiflora pinnatistipula</i>	Tintín	
<i>Passiflora punctata</i>		
<i>Podocarpus glomeratus</i>	Intimpa	Protegida median D.S. 043-2006-AG, en la categoría de casi amenazada (NT).
<i>Vallea stipularis</i>	Chiqlurmay	
Arbustivas o sub arbustivas		
<i>Abutilon molle</i>		
<i>Baccharis buxifolia</i>	Ch'illka	
<i>Barnadesia berberoides</i>	Inka llauilli	

Viene

<i>Barnadesia polyacantha</i>	Llaulli	
<i>Berberis carinata</i>	Checche	
<i>Berberis commutata</i>	Checche	
<i>Brachyotum floribundum</i>		
<i>Brachytoun quinquenerve</i>		
<i>Bocconia integrifolia</i>	Yanali	
<i>Boehmeria caudata</i>	Qisa qisa	
<i>Buddleja coriácea</i>	Q'olle	Protegida median D.S. 043-2006-AG, en la categoría de peligro crítico (CR).
<i>Cavendishia bracteata</i>		
<i>Chusquea sp</i>	Q'urkur	
<i>Coriaria ruscifolia</i>	Mio mio	
<i>Delostoma integrifolium</i>	Huaruma	
<i>Donalia spinosa</i>	Upa-t'ankar	
<i>Duranta mandonii</i>	T'ankar	
<i>Lycianthes lycioides</i>	Tankar quisca	
<i>Minthostachys glabrescens</i>	Cedroncillo o muña de monte	
<i>Nicotiana tomentosa</i>	Monte tabaco	
<i>Piper verbascifolium</i>	Matiko	
<i>Piper acutifolium</i>	Moqo moqo	
<i>Polylepis besseri</i>	Q'euña	Protegida median D.S. 043-2006-AG, en la categoría de vulnerable (VU).
<i>Polylepis pepeí</i>	Q'euña	Protegida median D.S. 043-2006-AG, en la categoría de vulnerable (VU).

Va

Viene

<i>Polylepis racemosa</i>	Q'euña	Protegida median D.S. 043-2006-AG, en la categoría de peligro crítico (CR).
<i>Puya densiflora</i>	Achupalla	
<i>Rubus robustus</i>	Qhari qhari	
<i>Vaccinium floribundum</i>	Alqo machamacha	
<i>Weinmannia spp</i>	Huichullo	
Orquídeas		
<i>Bletia catenulata</i>		
<i>Dichaea sp</i>		
<i>Encyclia vespa</i>		
<i>Elleanthus turturaceus</i>		
<i>Edpidendrum spp</i>	wiñayhuayna	Existen diversas especies con flores de coloración rosada, roja, amarilla y anaranjado.
<i>Lycaste longipetala</i>	wakanki	Protegida median D.S. 043-2006-AG, en la categoría de vulnerable (VU).
<i>Lycaste macrofila</i>		Protegida median D.S. 043-2006-AG, en la categoría de vulnerable (VU).
<i>Masdevallia veitchiana</i>		Protegida median D.S. 043-2006-AG, en la categoría de vulnerable (VU).
<i>Masdevallia karineae</i>		Protegida median D.S. 043-2006-AG, en la categoría de peligro crítico (CR).
<i>Maxillaria equitans</i>		
<i>Sobralia dichotoma</i>	Flor de un día	
<i>Sobralia satigera</i>		
<i>Sabralia sp</i>		

Fuente: Elaboración propia en base a las observaciones en campo e información obtenida

1.3. ANÁLISIS DE LA PROBLEMÁTICA DEL ESTUDIO

El ambiente o el entorno que rodea a toda actividad, corta horizontalmente a cada una de las acciones de todo proyecto; por lo tanto, debe estar presente en los procesos de planeamiento, proyección, construcción y funcionamiento de todas las infraestructuras a ser acometidas. En cada etapa, las decisiones a tomar serán distintas, pero indispensables para poder realizar correctamente las etapas subsiguientes. En el caso de los programas viales, en la fase de planeamiento será fundamental elegir el corredor con mayor capacidad de acogida para la infraestructura prevista. En la fase de proyecto la ubicación definitiva del trazo, los movimientos de tierra y las medidas preventivas y correctoras para integrar la infraestructura en el medio y disminuir los impactos son fundamentales.

La gestión ambiental de las obras es imprescindible para alcanzar los objetivos del proyecto de una manera correcta, cuidando de realizar las tareas ambientales en el momento oportuno; de lo contrario aún cuando hayan sido aprobados los Estudios de Impacto Ambiental (EIAs) para la construcción, se observarán serios efectos e impactos con grandes costos operativos, sociales, ambientales y económicos en la etapa de operación.

Las carreteras constituyen infraestructuras que dinamizan la economía de los pueblos que une; sin embargo, toda obra vial genera efectos e impactos adversos al ambiente natural y antrópico del área de influencia directa e indirecta de la obra; no obstante, existen herramientas y disposiciones que promueven la mitigación de dichos efectos e impactos.

Por lo mencionado, los proyectos de infraestructura vial producen distintos efectos al ambiente, es el caso de la carretera Cusco-Quillabamba en el tramo Abra Málaga-San Luis

(Progresivas Km. 130+000 – Km. 159+350), en él se presentan diversos impactos ambientales negativos en la actual etapa de funcionamiento, tales como: la erosión, afectación a las geomorfias, taludes con fuertes pendientes, deterioro de los sistemas de alcantarillado (cunetas, pontones), pérdida de vegetación por deslizamientos, pérdida de hábitats de fauna endémica; carencia de cunetas de coronación, escaso peralte en las curvas, deterioro de las cunetas laterales por anegamiento, pérdida de la plataforma de rodadura por falta de limpieza, etc. que fueron necesarios evaluar a efecto de sugerir medidas correctivas que conduzcan a que la carretera preste un mejor servicio y tenga un costo de mantenimiento menor.

Si bien los EIAs constituyen herramientas que son útiles para la introducción de medidas antes de la etapa de construcción, también es útil cuando se desarrollan estudios de impacto ex post a fin de sugerir medidas correctivas, con la finalidad de la recuperación, total o parcial, de las condiciones existentes antes de la realización del proyecto mediante actuaciones concretas no contempladas inicialmente en el mismo.

Aún cuando la carretera Cusco-Quillabamba viene operando por más de 10 años, en ese periodo de tiempo, son pocas las actividades correctivas que han sido introducidas; por lo tanto, la presente tesis trata, busca en principio la evaluación de los efectos e impactos para luego sugerir las acciones correctivas.

Los impactos antes perfilados son maximizados por efectos del clima, especialmente la precipitación pluvial que suele ocurrir en la zona; pues el ámbito de trabajo abarca desde el Abra de Málaga ubicado a 4,330 m.s.n.m. de altitud, caracterizada por ecosistemas de altura

y con escasa vegetación arbórea, hasta la zona denominada San Luis , ubicada a 3,002 m.s.n.m. con una vegetación arbórea abundante, puesto que pertenece al bosque de nubes donde la precipitación es superior a 1800 mm. Por lo tanto, los impactos en el tramo carretero en estudio son acrecentados por la precipitación, abundante vegetación, suelos con pendientes abruptas y una geología poco estable; consecuentemente, los impactos son observados en el agua (calidad, hidrología superficial y subterránea), geomorfa y topografía, aire, ruido, suelo, microclima, fauna y paisaje, poblaciones aledañas; que son necesarios sean evaluados, pues actualmente los impactos negativos en el trayecto del tramo ya mencionado, generan deslizamientos, desprendimientos de tierra, hundimiento de la vía, desprendimiento de rocas, flujos de lodo, obstrucción de la vía, bloqueo o interrupción al tráfico, discurrimiento de agua por la plataforma de rodadura, entarquinamiento u obstrucción de cunetas y pontones, daños a las fuentes de agua de los poblados y canales de riego.

Así mismo estas afectaciones están generando desequilibrio en el ecosistema existente en la zona e incomodidad a las poblaciones aledañas y los foráneos de la zona, para los cuales es necesaria la buena circulación de los vehículos.

1.4. DELIMITACIONES Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

1.4.1. Delimitación

- a) **Delimitación Temporal:** La tesis se desarrollo en dos temporadas marcadas temporadas de sequias y temporada de lluvias, en las cuales se mensuraron las variables

Para la realización de la tesis se divide en dos etapas mencionadas a continuación:

- La primera etapa consta en la identificación, caracterización, evaluación y análisis de los factores que ocasionan efectos e impactos ambientales negativos en el tramo Abra Málaga- San Luis de la carretera Cusco-Quillabamba, Esta primera etapa se realizó en un tiempo de 3 meses.
- La segunda etapa consta en el análisis de resultados e información, contraste de los resultados y la propuesta de medidas correctivas, así mismo se realizara conclusiones y recomendaciones, que tendrá una duración de un tres meses.

Teniendo así un total seis meses de duración de proyecto de investigación de la tesis.

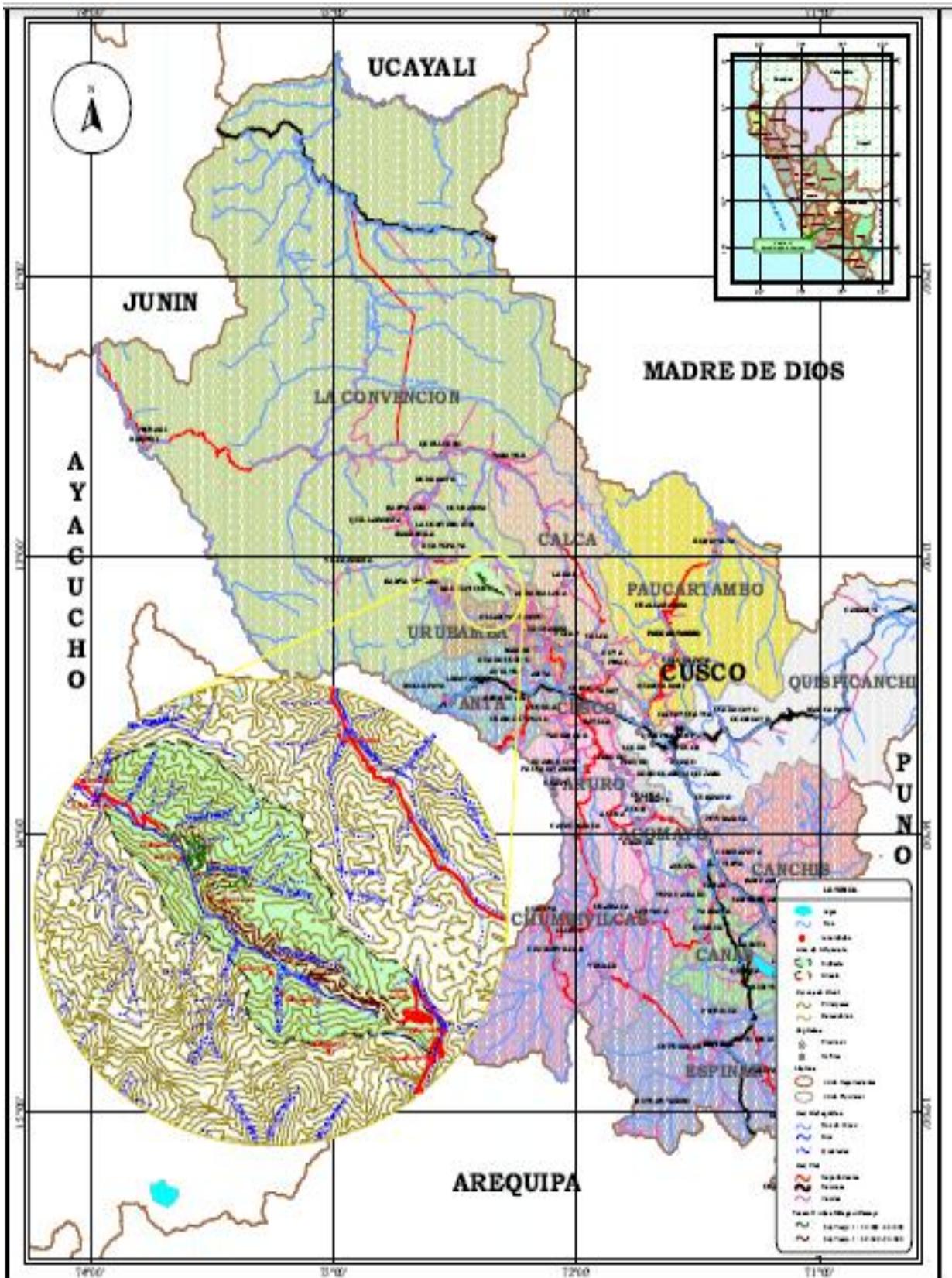
- b) Delimitación espacial:** La tesis se desarrolló en la carretera Cusco-Quillabamba, específicamente en el tramo entre Abra Málaga-San Luis, ubicado al Sur del país en la región Cusco, provincia de La Convención distrito de Huayopata, progresivas: Km. 130+000 al Km. 159+350, implica una extensión de vía de 29 Kilómetros.

El tramo se inicia en el Abra de Málaga a 4,330 m.s.n.m. en una zona fría con predominio de vegetación cespitosa y geológicamente es de naturaleza sedimentaria y metamórfica, con precipitaciones de 800 mm/año entre lluvias, granizo y nieve y, la localidad de San Luis ubicada a una altitud de 3,002

m.s.n.m. y caracterizado por pertenecer al bosque de nubes con humedad ambiental permanente debido a que la precipitación pluvial es superior a los 1,800 mm/anuales, por lo tanto con una exuberante vegetación arbórea, donde la topografía es abrupta con fuertes pendientes y presencia de riachos caudalosos en época de precipitación.

El tramo carretero se encuentra asfaltado, en un estado de conservación regular. Dicha carretera es el único acceso que cuenta la provincia de La Convención para interconectarse con la capital de la región Cusco y provincias como Urubamba, Anta, Calca, Quispicanchis y otras regiones del país.

Gráfico N° 1.2.- Mapa de ubicación.



Fuente: Estudio de Impacto Ambiental Carretera Cusco Quillabamba, Tramo Abra Malaga – San Luis; MTC.

Cuadro N° 1.6.- Localización del proyecto.

PROVINCIA	DISTRITO	LOCALIDAD	CATEGORÍA
La Convención	Huayopata	Abra Málaga	Sector
		San Luis	Sector

Fuente: Informe del proyecto de construcción de la carretera Abra Malaga-San Luis .

- c) **Delimitación social:** El tramo de la carretera motivo de la presente tesis pertenece a la Ruta PE – 28B, de la vía Cusco-Quillabamba. El Ministerio de Economía y Finanzas (MEF) mediante Informe Técnico N° 213-2006-EF/68.01 de fecha 21-11-2006 y Oficio N° 2324-2006-EF/68.01 de fecha 22-11-2006, otorga la Viabilidad al Proyecto: Construcción y Mejoramiento de la Carretera Ollantaytambo – Quillabamba el mismo que se encuentra identificado con el N° 6655 en la Ficha de Registro del Banco de Proyectos del MEF. Finalmente, el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) a través de la Dirección Ejecutiva de PROVÍAS NACIONAL, efectuó la licitación para la ejecución de la vía.

Como se manifestó, un programa vial tiene la finalidad de integrar pueblos y dinamizar la economía de las localidades que une; sin embargo, si no se maneja adecuadamente los parámetros ambientales, puede devenir en problemas de tipo ambiental generando efectos e impactos negativos; es más, la iniciativa de la construcción de esta vía, es la base de un programa que persigue establecer una infraestructura que integre interna y externamente a la provincia de La Convención.

Como se desprende de la información precedente, en el tramo carretero han intervenido diversas entidades públicas y sectores de gobierno; además, durante la etapa de construcción han participado tanto el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Provías, el consorcio o empresa constructora, trabajadores locales y foráneos, las poblaciones vinculadas por la vía, la municipalidad provincial de La Convención, las municipalidades distritales de Ollantaytambo, Huayopata, Maranura, el Gobierno Regional Cusco y, actualmente en la etapa de operación, las diversas empresas que transportan pasajeros y carga, los usuarios que emplean la vía sea en viajes de vacaciones, comerciantes, el sector educación, etc, además de las poblaciones locales.

d) Delimitación conceptual

1. Tecnología de información: La presente tesis intitulada: Medidas correctivas en la carretera Cusco Quillabamba: Tramo Abra Málaga-San Luis, se basa en conceptos científicos que gobiernan los estudios de impacto ambiental en programas viales, las acciones de mitigación, el Plan de Manejo Ambiental y las acciones de seguimiento en la etapa de operación; igualmente, se basa en metodología y protocolos de trabajos de campo a fin de recoger información referente a las acciones que ocasionan impactos negativos ex post construcción de la carretera, materia del análisis; igualmente, la tesis se sustenta en mensuraciones de campo respecto de las pendientes en las taludes, manejo de micro-cuencas y riachos, cunetas laterales en la carpeta de rodadura, cunetas de coronación, mensuraciones del peralte en las curvas, señalización preventiva, análisis

de escorrentía superficial; en cada una de estas mensuraciones se emplearon métodos y equipos suficientemente conocidos y que el Ing. Ambiental conoce de sus cualidades.

De otro lado, la información proporcionada por la Dirección Regional de Transporte y Comunicaciones del Cusco-DRTCC acerca del proyecto de construcción de la carretera Cusco-Quillabamba del tramo Abra Malaga-San Luis, estudios ambientales e información sobre acciones correctivas y preventivas que han sido materia de evaluación, análisis y cotejamiento con las observaciones de campo.

Por lo mencionado, el manejo de conceptos inherentes al tema de estudio se halla bastante delimitada e identificada.

- 2. Gestión del proceso escogido:** Cabe manifestar que el tramo carretero en estudio se halla en plena etapa de funcionamiento; por lo tanto, el proceso escogido para el análisis es la etapa de operación y en actual servicio; consecuentemente, la gestión del proceso consiste en la revisión y análisis de la información proporcionada por la Dirección Regional de Transporte y Comunicaciones del Cusco-DRTCC referente al proyecto de construcción de la carretera Cusco-Quillabamba, específicamente del tramo Abra Malaga-San Luis; además, como ya se mencionó, los trabajos de campo confirmaron las hipótesis de trabajo planteadas; finalmente, con el análisis de la información secundaria, la obtención de

información primaria en campo, se alcanzan sugerencias que los denominamos como medidas correctivas, las mismas que constituyen la contribución de la tesis para el mejoramiento de la vía.

1.4.2. Definición del problema

En la vía Cusco-Quillabamba, existen segmentos que pueden ser considerados de riesgo o ambientalmente vulnerables; especialmente el segmento de la carretera materia de la tesis. No obstante la anterior consideración, se puede calificar a tramos menores aún de mayor riesgo y de mayor vulnerabilidad, debido a la geología de la zona, las pendientes, la presencia de riachos que incrementan su caudal en época de precipitación, en razón a la alta humedad ambiental y debido a que las geomorfias se hallan cubiertas de vegetación exuberante y frágil y debido a la presencia de una diversidad biológica endémica que requiere ser conservada.

De otro lado, también se observa la falta de un adecuado mantenimiento en la vía, que ha conducido al deterioro de los taludes, erosión por escorrentía, entarquinamiento de cunetas y pontones; finalmente, aparentemente, no hubo la adecuada implementación de las acciones de mitigación propuestas en el Plan de Manejo Ambiental sugeridos en los estudios de impacto ambiental.

1.5. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Qué medidas correctivas se deben implementar a los impactos ambientales en la carretera Cusco - Quillabamba: Tramo Abra Málaga – San Luis para evitar el deterioro de la vía y no ocasionar impactos ambientales, sociales y económicos?

1.6. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.6.1. Objetivo General

Implementar medidas correctivas a los impactos ambientales del tramo carretero: Abra Málaga – San Luis, que permitan mitigar, restaurar y/o compensar impactos ambientales negativos generados en la etapa de operación del tramo carretero: Abra Málaga-San Luis

1.6.2. Objetivos Específicos.

- a. Caracterizar el ambiente en el área de estudio.
- b. Identificar las acciones que generan impactos ambientales negativos.
- c. Mensurar los efectos e impactos en campo.
- d. Sugerir acciones correctivas que permitan mitigar, restaurar y, minimizar los impactos ambientales negativos.

1.7. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN

La implementación de medidas correctivas a los impactos ambientales en la carretera Cusco Quillabamba: Tramo Abra Málaga – San Luis permitirá mitigar, restaurar y/o compensar los impactos ambientales negativos.

Esta hipótesis afirmativa y presuntiva debe responder a las siguientes interrogantes:

- ¿Qué acciones directas e indirectas contempla el Plan de Manejo Ambiental en la EIA del tramo carretero?
- ¿Han sido considerados las variables ambientales como pendiente, peralte, precipitación, diversidad biológica, endemismos, conectividad durante la etapa de construcción?
- ¿Qué acciones son las más impactantes y que generan deterioro en la vía?
- ¿Cuáles son los principales efectos ambientales, sociales y económicos?
- ¿Qué infraestructura o parte de ella es la más impactada?

1.8. VARIABLES E INDICADORES

1.8.1. Variables e indicadores independientes:

La variable independiente: Medidas correctivas, con los siguientes indicadores:

- a) Geología y geomorfología.
- b) Climáticas.
- c) Diversidad biológica.
- d) Constructivas.

Cuadro N° 1.7.- Indicadores de las variables independientes.

INDICADORES	DESCRIPCIÓN	UNIDAD
Geología y geomorfología	Naturaleza de rocas y sedimentos.	Geoformas
	Pendiente taludes	Porcentaje y grados
Climáticas	Temperatura	Grados Celsius
	Precipitación	mm/año
Diversidad biológica	Flora	Especies
	Fauna	Especies
	Conectividad	Relación
Constructivas	Peralte	Porcentaje
	Cunetas	Longitud, pendiente
	Pontones	Número y disipación
	Pendiente en taludes	Porcentaje
	Pases para fauna	Número y tamaño
	Revegetación	Especies y adaptación
	Escorrentía	Caudales

Fuente: Elaboración propia en base a las observaciones en campo e información obtenida.

1.8.2. Variables e indicadores dependientes:

La variable dependiente: Impactos ambientales, con los siguientes indicadores:

- a) Deslizamiento
- b) Erosión.
- c) Diversidad biológica.
- d) Acciones constructivas inadecuadas.

Cuadro N° 1.8.-Indicadores de las variables dependientes.

INDICADORES	DESCRIPCIÓN	UNIDAD
Deslizamientos	Número	Volumen
	Obstrucción de la vía	Porcentaje de vía afectada
Erosión	Tipo	Nivel de afectación
Diversidad biológica	Hábitats afectados	Nivel de deterioro
	Fauna afectada	Casos de atropello
	Efecto barrera	Aislamiento de especies
Acciones Constructivas inadecuadas	Peralte inadecuado	Porcentaje inapropiado
	Cunetas	Ausencia o deterioro
	Pontones para riachos	Número y disipación
	Pendiente en taludes inapropiados	Deterioro de taludes y erosión
	Falta de pases para fauna	Aislamiento y muerte de especies
	Carencia de Revegetación y manejo de laderas	Erosión, deslizamientos.

Fuente: Elaboración propia en base a las observaciones en campo e información obtenida.

1.9. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

En la elaboración de todo proyecto de desarrollo se considera la implementación de planes y estrategias ambientales, en relación a los proyectos viales estas deben ser considerados en tanto en la elaboración, ejecución y funcionamiento del proyecto de manera que se mitiguen, corrijan y minimicen los posibles impactos ambientales generados. En el caso del tramo

carretero Abra Málaga – San Luis estos planes de manejo fueron considerados, sin embargo, se observa una inadecuada implementación de los mismos.

Ello conlleva a que la zona presenta efectos e impactos ambientales sociales y económicos; problemas en la plataforma vial como hundimiento, desprendimiento y reducción; deterioro de la diversidad biológica; etc. los cuales fueron identificados gracias a un estudio de impacto ambiental adecuado que a su vez permiten:

- a) Proporciona un grado apropiado de protección a los recursos naturales, la calidad del ambiente y la salud pública a través de una política ambiental substantiva y un proceso efectivo de una evaluación ambiental.
- b) El informe de la evaluación ambiental unifica, en un documento público, toda la información relevante sobre la acción propuesta, el estado del ambiente afectado, y los tipos de impactos ambientales potenciales que pueden resultar de la ejecución de las alternativas propuestas a la acción.
- c) La identificación de los recursos finitos y los impactos ambientales potenciales en la etapa de planificación del proyecto, promueven la selección de las alternativas más apropiadas, prevención de contaminación, y el uso de mejores prácticas de manejo y tecnología para reducir la magnitud de los impactos ambientales que resultan de la acción.

Por lo tanto, los criterios y las metodologías de evaluación de impacto ambiental se pueden definir como aquellos que nos permiten valorizar los efectos ocasionados sobre el ambiente a fin de prever problemas que posteriormente pueden presentarse, especialmente

en la etapa de funcionamiento; puesto que el objetivo de la evaluación ambiental es asegurar que los problemas potenciales sean identificados y tratados en la fase inicial de la planificación y diseño del proyecto, que son necesarios y menos costosos que las acciones correctivas posteriores.

Como quiera que nuestra hipótesis de trabajo plantea que actualmente no existe un adecuado mantenimiento y que los impactos actualmente observados en el tramo carretero se deben a una inapropiada implementación del Plan de Manejo Ambiental en la etapa de construcción, generando impactos ambientales, sociales y económicos a los usuarios de la vía; entonces existe una evidente justificación técnico-científica y operativa para un estudio ex post, que es precisamente materia de la presente tesis.

Si no se acomete el estudio ex post como el que se plantea, el tramo carretero continuará ofreciendo los problemas que actualmente se observan y que generan impactos ambientales, sociales y económicos y seguirá generando riesgos a los usuarios de la vía.

1.10. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

Metodológicamente la tesis no tiene limitaciones de tipo científico ni técnico, debido a que la zona es completamente accesible, las técnicas de investigación son bastante conocidas y convencionales, se tiene la información secundaria proporcionada por la Dirección Regional de Transportes y Comunicaciones, se tiene acceso a los instrumentos y equipos que existen en Cusco; por lo tanto, los resultados de campo, el análisis de información secundaria y los planteamientos a ser propuestos tienen la validez científica; de otro lado, se podría identificar

como una limitante logística la carencia de una biblioteca y laboratorios especializados en la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental.

1.11. COBERTURA DE ESTUDIO

1.11.1. Universo

El universo de estudio y análisis para la tesis se halla en la carretera Ollantaytambo – Quillabamba, específicamente el tramo comprendido entre el Abra Málaga y San Luis; implica una extensión de vía de 29 kilómetros; tramo ubicado en el distrito de Huayopata, provincia de La Convención.

1.11.2. Muestra

La muestra seleccionada para la tesis es el tramo Abra Málaga km 130+000 – San Luis km 159+350, se enmarca como un tramo de continuación en la etapa de construcción de la carretera a nivel de asfaltado de la vía Ollantaytambo – Abra Málaga y que actualmente se halla en la etapa de operación.

CAPÍTULO II: MARCO METODOLÓGICO

2.1. TIPO Y NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. Tipo de investigación

La investigación científica delinea diversos tipos de investigación de conformidad al logro de los objetivos y de acuerdo al objeto de estudio; en el caso de la presente tesis la investigación utilizada es de tipo analítica, aplicada y de campo; es aplicada por cuanto se emplea los conocimientos adquiridos en la Escuela Académico Profesional y aplicada a un problema concreto como es el análisis de los efectos e impactos generados en la etapa de funcionamiento de la carretera Cusco-Quillabamba en el tramo comprendido entre Abra Málaga y San Luis ; es analítica debido a que la información obtenida mediante trabajos de campo, será correlacionada y analizada con el Estudio de Impacto Ambiental (EIA) del proyecto original y con estudios análogos, el análisis de los resultados serán útiles para las conclusiones y recomendaciones y, finalmente, la investigación es de campo, puesto que se desarrollaron mensuraciones y evaluaciones in situ a lo largo del tramo carretero elegido para el estudio.

De otro lado, la investigación recae también en una investigación de tipo experimental, puesto que ha sido necesario el empleo de equipos y técnicas de gabinete y campo para la evaluación de las características físicas del suelo, geomorfos, vegetación, flora y fauna, mensuración de pendientes, evaluación del peralte en las curvas, medición de la erosión y deslizamientos, cunetas y manejo de laderas y micro-cuencas; determinación de caudales de los riachos; todo aplicando metodologías científicas de mensuración in situ. Finalmente, debido a la metodología exigida, la investigación también se la califica como

cualitativa y cuantitativa, toda vez que las conclusiones permitirán cuantificar y cualificar las características ambientales y de impactos existentes en el tramo carretero seleccionado.

2.1.2. Nivel de investigación

La tesis se enmarca en el nivel de investigación correlacional, puesto que verifica y correlaciona tanto las variables independientes y las dependientes, midiendo el grado de relación directa o indirecta entre dichas variables durante la investigación planteada; de otro lado, también es una investigación explicativa, toda vez que comprueba la hipótesis planteada y explica los fenómenos ocurridos en la relación tramo carretero y su entorno social, biótico y abiótico, por lo tanto, está dirigida a responder las interrogantes planteadas en la propia hipótesis.

El presente trabajo de investigación, según el tiempo de ocurrencia de los hechos y los de información puede ser calificada en el nivel retro-prospectivo por que utiliza información secundaria con varios años y experiencias pasadas, para aplicarlas en el futuro inmediato.

2.2. MÉTODO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

2.2.1. Método de investigación

La investigación científica fáctica como las ciencias ambientales, utiliza el método científico deductivo-inductivo puesto que conduce a la verificación de la hipótesis planteada y al logro de los objetivos propuestos; por lo tanto este método científico de

investigación se inicia con el planteamiento del problema, la formulación de la hipótesis, continua con el levantamiento de información de campo, el análisis de datos, el uso de matrices de evaluación de impactos ex post a fin de determinar los aspectos más críticos de los efectos e impactos identificados, la contrastación y correlación de los resultados con la información secundaria y otras investigaciones análogas y culmina con las conclusiones y recomendaciones. Las conclusiones han de constituir la deducción de los alcances respecto de los objetivos y la comprobación de la hipótesis propuesta.

2.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

2.3.1. Técnicas

Las técnicas utilizadas en la investigación fueron las siguientes:

- a. Observación experimental.
- b. Observación en campo.
- c. Observaciones directas para la biodiversidad.
- d. Mediciones directas para peralte, taludes, erosión, caudales de riachos.
- e. Entrevistas a especialistas con experiencia en el tema.
- f. Revisión y análisis de la legislación aplicable.
- g. Revisión de información secundaria y estudio bibliográfico.

Las técnicas de recolección de información difieren en cuanto al caudal de los riachos, peralte y taludes como se indican a continuación:

Cuadro N° 2.1.- Indicadores y técnica de medición.

INDICADORES A MEDIR	TÉCNICA DE MEDICIÓN
Caudal de riachos	Medición utilizando la técnica del flotador
	Medición utilizando el método del cubo
Peralte	Medición del peralte, radio, ancho de la carretera empleando eclímetro y cinta métrica. Utilización de la fórmula para verificar el indicador peralte en porcentaje
Taludes	Medición del Angulo de los taludes y la longitud que abarca el talud en porcentaje o grado

Fuente: Elaboración propia en base a las observaciones en campo e información obtenida.

2.3.2. Instrumentos

- a. Fichas técnicas.
- b. Guía de entrevista.
- c. Carta nacional.
- d. Eclímetro.
- e. GPS
- f. Prensa botánica.
- g. Cordel, cinta métrica.
- h. Cubo de 20 litros.

2.4. METODOLOGÍA PARA LA MEDICIÓN DEL CAUDAL

Chamorro. G (2011) indica que en razón de que el caudal de los ríos varía a lo largo del año, realizar una medida del caudal instantáneo resulta un registro aislado cuya utilidad es relativamente pequeña.

La similitud de cuencas hidrográficas es muy utilizada para estimar un caudal donde no existe información hidrográfica. Lo ideal es hacer mediciones a diario, aunque también se usan mediciones semanales y mensuales.

2.4.1. Método del aforo directo con recipiente o método del cubo y cronómetro

El método del recipiente es una manera muy simple de medir el caudal. Todo el caudal a medir debe ser desviado hacia un balde o cubo aforado y se anota el tiempo que toma llenarlo. Como el volumen del envase se conoce, se obtiene el caudal simplemente dividiendo este volumen por el tiempo del llenado.

Para obtener mejores resultados en la estimación del caudal, se debe tomar varias veces el tiempo de llenado del recipiente, de manera que sea posible determinar el valor promedio. En campo se efectuó una mensuración de 3 a 4 repeticiones, a partir de los cuales se tomó el promedio.

La desventaja de este método es que todo el caudal debe ser canalizado al envase, lo cual puede resultar complejo, a menudo construir una pequeña presa temporal puede ser de una gran ayuda. Este método resulta práctico sólo para caudales pequeños (menores a 200 l/s).

Equipo necesario: para medir estos caudales se utilizó los siguientes materiales:

- ✓ Recipiente de capacidad conocida en litros, puede ser un balde, cubo o recipiente aforado.
- ✓ Cronómetro de precisión en segundos.
- ✓ Pico y pala.
- ✓ Manta de plástico, plancha de calamina o tubo de PVC.
- ✓ Libreta de campo y lapicero.

Procedimiento: Haciendo uso de parte del equipo (pala y pico), desviar lateralmente el riacho, tratar de formar un canal provisional con la manta de plástico, plancha o tubo de PVC; aprovechar un desnivel para provocar una caída libre del chorro de agua.

Utilizando el cronómetro y con la ayuda de una segunda persona, medir el tiempo que demora en llenarse el recipiente seleccionado. Repetir el proceso un mínimo de tres veces.

Se debe ubicar el tramo más adecuado para realizar la medición y luego encauzar la fuente para que la totalidad del agua caiga en el recipiente.

2.4.2. Método del Flotador

Este método se basa en el principio de continuidad. Para un fluido de densidad constante fluyendo a través del área de una sección conocida, el producto del área de la sección por la velocidad media será constante:

$$\text{Área} \times V_{\text{media}} = Q = \text{constante (m}^3/\text{s)}$$

Donde:

V_{media} = Velocidad promedio del agua en la corriente para un tramo conocido

Este producto es igual al valor del caudal volumétrico (Q, en m³/s).

El flotador

Se dibuja el perfil de la sección del lecho del río y se establece una sección promedio para una longitud conocida de corriente.

Se utilizó como flotadores pelota de tenis de mesa para medir el tiempo que se demoran en recorrer una longitud preestablecida en el río.

Los resultados son promediados y se obtiene la velocidad superficial del flujo de agua. Esta velocidad deberá ser calculada utilizando el factor de corrección para hallar la velocidad media de la sección. Este factor depende de la profundidad de la corriente, material de fondo.

Multiplicando el área de la sección promedio por la velocidad del caudal promediada y corregida se obtiene el volumen de agua estimado que fluye. Las imprecisiones de este método son obvias. La fórmula para el cálculo es:

$$Q = k.A.V \text{ (m}^3/\text{s)}$$

Donde:

A = área promedio de la sección transversal (m²)

V = velocidad superficial del agua (m/s)

k = factor de corrección de velocidad o factor de fricción.

El valor de k fluctúa considerando el tipo de terreno como se muestra a continuación:

Cuadro N° 2.2.- Factor de corrección:

FACTOR DE CORRECCIÓN	TIPO DE TERRENO
0.8	Canal de concreto
0.7	Canal de tierra
0.5	Arroyo quebrado

La velocidad no es homogénea en toda la sección transversal; por consiguiente, para determinar la velocidad media es necesario tomar en cuenta los coeficientes de corrección para los diferentes lechos en función de la relación entre la sección transversal.

Equipo necesario: para la medición del caudal es necesario los siguientes equipos:

- ✓ Lampa y pico.
- ✓ Estacas.
- ✓ Winchas de lona 30 m y de métrica 5 m.
- ✓ Cronómetro.

- ✓ Regla graduada en centímetros.
- ✓ Flotador (pelota de tenis de mesa)
- ✓ Libreta de campo y lapicero.

Procedimiento: primero se selecciona el río o riacho en un tramo recto y de sección uniforme, se mide la longitud (L) en metros y se determina la velocidad superficial de flujo en el tramo seleccionado.

Luego se calcula el tiempo que tarda el flotador en recorrer la longitud L con el cronómetro por lo menos 3 veces, se halla el tiempo promedio (T_p) y se calcula la velocidad superficial: $V = L/T_p$ y se halla el área de la sección transversal A en el centro del tramo seleccionado

En seguida se mide el ancho del espejo de agua de la sección transversal, se divide este ancho en partes iguales y con una regla graduada, tomar lecturas de la profundidad en cada división marcada, se dibuja un croquis de la sección con los datos obtenidos.

El área de la sección transversal estará dada por la suma de las áreas parciales. Para facilidad de cálculo, semejar a figuras conocidas como triángulos y trapecios, según sea el caso.

Finalmente con los datos obtenidos en campo se calcular el caudal Q, aplicando la fórmula, teniendo en cuenta los valores de A, V y factor de corrección k.

$$Q = k \cdot A \cdot V$$

2.5. METODOLOGÍA PARA LA MEDICIÓN DEL PERALTE

El método que se utilizó en este punto es el de medición de cada una de las características de la curva, principalmente el peralte para luego verificar si esta es la adecuada y compararla con la normativa vigente, para lo cual se utilizaron los siguientes equipos:

Equipos de medición:

- ✓ Eclímetro.
- ✓ GPS.
- ✓ Cinta métrica de 50 m. ó 30 m. y 3 m. o 5 m.
- ✓ Libreta de campo y lapicero.

Procedimiento: para hallar el peralte de la curva se utiliza un eclímetro el cual se coloca sobre la plataforma vial y se calibra hasta obtener el resultado del peralte (P) en porcentaje (%), por otro lado se mide el radio de la curva (R) en metros con una cinta métrica y del mismo modo se mide el ancho de la plataforma vial (A) en metros.

En cada punto medido se registra los datos obtenidos, se identifica las progresivas correspondientes y las coordenadas UTM y 18L con un GPS, para luego calcular los datos medidos de acuerdo a la siguiente fórmula normada:

$$Ve^2 = 127 * R \left(ft + \frac{p}{100} \right)$$

Ve = Velocidad específica

R = Radio

ft = Coeficiente de rozamiento transversal

p = Peralte

Una vez calculado el peralte de la curva con los datos registrados en campo se compara estos con los medidos por el eclímetro para verificar si son los óptimos y adecuados.

2.6. METODOLOGÍA PARA LA MEDICIÓN DEL TALUD

El método que se utilizó fue medir cada pendiente de los taludes con un eclímetro para conocer el grado de inclinación que tiene y luego se mide la longitud que abarcan estas pendientes para conocer el riesgo que puede generar, así mismo, se registra las coordenadas y la ubicación específica. Para hallar los resultados se utilizaron los siguientes equipos:

Equipos de medición:

- ✓ Eclímetro.
- ✓ GPS.
- ✓ Cinta métrica de 50 m. ó 30 m.

- ✓ Libreta de campo y lapicero.

Procedimiento: se halla la pendiente del talud con un eclímetro el que se coloca sobre de un parte del talud y se calibra hasta obtener el resultado de la pendiente (P) en grados y se mide la longitud del talud con una cinta métrica, así mismo, se registra las progresivas correspondientes y las coordenadas UTM y 18L con un GPS para cada lugar muestreado.

2.7. METODOLOGÍA PARA LA MEDICIÓN DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA

La metodología de medición para la diversidad biológica en este caso, fue el de revisión, análisis y verificación de información en folletos, libros, proyectos de investigación, tesis, entre otros, los cuales nos facilitan conocimientos en cuanto a fauna como mamíferos, reptiles, aves, etc. y fauna silvestre de la zona en estudio.

Así mismo, se realizó un breve análisis de la diversidad biológica en el área de estudio del proyecto de tesis, identificando muchas especies y verificando estas con información recopilada, con la finalidad de identificar la especie, conocer las características, entre ellos nombre científico, si la especie tiene riesgo de extinción, de mortandad, etc.

Habiendo identificado las especies presentes en la zona con sus respectivas características se realizó un listado indicando el tipo de especie, mostrado en el capítulo anterior con las siguientes características: nombre científico de la especie, nombre común y otras características (observación). El siguiente cuadro N° 2.3 nos muestra el formato utilizado para el listado de las especies presentes en la zona.

Cuadro N° 2.3.- Especies presentes en la zona.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	OBSERVACIÓN
Tipo de especie		

2.8. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

Para la evaluación de los impactos ambientales potenciales se opta por el empleo de la metodología basada en la aplicación de las matrices que han sido adaptadas, para este caso a los objetivos de la tesis; que muestra la interacción entre diversas características del tramo vial que están causando incidencias en los diferentes componentes del ambiente.

Como producto de la identificación de los impactos potenciales en el tramo vial, se elaboraron hojas de campo donde se consignan los sectores que actualmente constituyen los pasivos ambientales que deberá ser remediado.

La valoración de los impactos hace posible determinar su magnitud y significancia, facultando la elaboración de medidas correctivas orientado a eliminar, mitigar o compensar los efectos negativos.

En la presenta tesis se utilizaron matrices como el de tipología de impactos y causa/efecto, la primera se trata de identificar los distintos tipos de impactos generados en el ambiente y sus componentes, se utiliza una clasificación mediante la denominada tipología de impactos generados; los distintos tipos de impactos que se verifican comúnmente, considerando que algún impacto concreto puede pertenecer a la vez a dos o más grupos tipológicos, por lo que se estructura una matriz que califique los diversos tipos de impactos, tales como: impactos positivos o negativos; de intensidad alta, media o baja; por su extensión, parcial o

total; por su persistencia: temporal o permanente; por su capacidad de recuperación: mitigable, irreversible, irrecuperable, etc. Esta matriz es además de ser objetiva, permite visualizar los impactos directos e indirectos y es utilizada para la interpretación, análisis y sobre todo para las sugerencias.

La segunda, matriz causa/efecto es un método de identificación, predicción y evaluación de impactos ambientales y se ajusta a las diversas fases de un proyecto. La base del sistema es una matriz de doble entrada, en la que las columnas contienen las acciones del proyecto que pueden alterar positiva o negativamente al entorno y las filas son los factores ambientales susceptibles a ser impactadas.

CAPÍTULO III: MARCO TEÓRICO

3.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

El proyecto de construcción de la carretera Cusco-Quillabamba: tramo Abra Malaga-San Luis contempla un Estudio de Impacto Ambiental que es un instrumento que permite conocer los medios afectados y de acuerdo a la estimación de daños causados por los impactos negativos que se identifique se propone alternativas de mitigación, es por ello que el año 2001 que se empieza con la construcción de la carretera Cusco-Quillabamba tramo: Abra Malaga-San Luis, se presenta un Estudio de Impacto Socio-Ambiental, en el que identifican los siguiente impactos negativos:

a) Medio Físico:

- ✓ Alteración de la calidad del aire por emisión de material particulado, gases y ruido.
- ✓ Riesgo de afectación de la calidad del agua.
- ✓ Riesgo de afectación de la calidad del suelo.
- ✓ Alteración del Relieve.
- ✓ Alteración del Paisaje.

b) Medio Biológico: Afectación de la flora y Perturbación de la fauna.

El estudio de impacto ambiental (EIA) identificó estos impactos negativos, por lo que proponen un Plan de Manejo Ambiental, con el objetivo de establecer las medidas de prevención, atenuación y restauración de los efectos perjudiciales dañinos sobre los componentes socio-ambientales, que pudieran resultar de las actividades proyectadas para la construcción y mejoramiento de la carretera y proponer acciones para afrontar situaciones de riesgos y accidentes durante la etapa de construcción y mejoramiento de la carretera. Estas medidas de prevención y/o mitigación propuesta son explicadas en el cuadro N° 3.1.

Así mismo el estudio de impacto ambiental propone un programa de seguimiento y vigilancia ambiental en el cual contempla que, durante la operación de la carretera, la vigilancia estará orientada básicamente a evaluar los posibles efectos de retorno que el ambiente pudiera ejercer sobre la carretera, debiendo realizarse visitas por lo menos dos veces al año, antes y después del periodo de lluvias a fin de inspeccionar las estructuras de soporte de la carretera, las estructuras de drenaje, la estabilidad de los taludes de relleno y de corte en el área de influencia directa y las estructuras propias de la carretera.

Igualmente se propuso una evaluación de pasivos ambientales, que se describe según la imagen del lugar, sin embargo, muchos de estos pasivos no fueron correctamente adecuados y corregidos.

Cuadro N° 3.1.- Impactos y manejo socio-ambientales propuestos.

IMPACTOS SOCIO-AMBIENTALES POTENCIALES			MANEJO SOCIO-AMBIENTAL		
ELEMENTOS SOCIO-AMBIENTALES	ACTIVIDADES CAUSANTES	IMPACTOS SOCIO-AMBIENTALES	MEDIDA PROPUESTA	LUGAR DE APLICACIÓN	RESPONSABLE
PARA LA ETAPA DE FUNCIONAMIENTO					
AIRE	Mantenimiento de la obra	Mejora del tránsito vial	Realizar el Mantenimiento de la carretera Abra Málaga - San Luis y las obras de drenaje, obras de arte y tratamiento de taludes de la carretera.	En la carretera Abra Málaga – San Luis	MTC

Viene

FAUNA	Tránsito de vehículos	Atropello de animales; animales espantados por el ruido de los vehículos.	Señalización apropiada, prohibir el uso de bocinas indiscriminadamente y limitar la velocidad de traslado de los vehículos.	A lo largo de la carretera	Transportistas y usuarios
SALUD Y SEGURIDAD	Tránsito de vehículos	-Accidentes de tránsito y molestias por los ruidos de los vehículos. -Accidentes por la falta de señalización.	Mediante la señalización apropiada, prohibir el uso de bocinas, limitar la velocidad de traslado de los vehículos y colocar señales preventivas.	A lo largo de la carretera	Transportistas y usuarios

Fuente: MTC – VISA Consultores; Estudios Definitivos de Ingeniería para la Reconstrucción y Rehabilitación de la Carretera: Ollantaytambo – Quillabamba – Kiteni,

Tramo: Ollantaytambo – San Luis ; Lima; 2000.

Debido a la inadecuada implementación del plan de manejo ambiental, mostrado en el cuadro anterior , a partir del 2010 el Ministerio de Transporte y Comunicaciones, a través de PROVIAS Nacional, inicia un Proyecto de Conservación Vial por niveles de servicio de la red vial asfaltada de la carretera Cusco-Pisac, Urcos-La Raya, Urubamba-Chincheros-Cachimayo-Yauri-San Genaro-Sicuani y Huacarpay-Huambutio-Pisac-San Luis - Quillabamba dentro de este proyecto se hallan diversos planes de mitigación y prevención, planes de manejo Socio-Ambiental, planes de atención a emergencia viales, entre otros, los cuales sirven de apoyo en los problemas que presentan estos tramos específicamente el tramo de estudio, es así que se tiene identificado 97 problemas viales y la atención adecuada, en el tramo Abra Malaga-Quillabamba como se muestra en los siguientes cuadros de acuerdo a cada año:

Cuadro N° 3.2.- Cuadro de control de emergencias viales-año 2010.

N° DE EMERGENCIA	DESCRIPCION	PROG. INICIO	TRAMO	FECHA DE REPORTE	INICIO DE ATENCIÓN	FIN DE ATENCIÓN	ESTADO
1	DERRUMBE MAYOR A 200 M3	KM 94+400	VIII	6 de noviembre de 2010	6 de noviembre de 2010	11 de noviembre de 2010	CONCLUIDO
2	DERRUMBE MAYOR A 200 M3	KM 143+740	VIII	15 de noviembre de 2010	15 de noviembre de 2010	18 de noviembre de 2010	CONCLUIDO
3	DERRUMBE MAYOR A 200 M3	KM 143+688	VIII-B	5 de noviembre de 2010	5 de noviembre de 2010	13 de noviembre de 2010	CONCLUIDO
4	DERRUMBE MAYOR A 200 M3	KM 160+160	VIII	6 de diciembre de 2010	6 de diciembre de 2010	6 de diciembre de 2010	CONCLUIDO

Viene

5	DERRUMBE MAYOR A 200 M3	KM 162+100	VIII-B	13 de diciembre de 2010	13 de diciembre de 2010	15 de diciembre de 2010	CONCLUIDO
6	DERRUMBE MAYOR A 200 M3	KM 85+635	VIII	20 de diciembre de 2010	20 de diciembre de 2010	23 de diciembre de 2010	CONCLUIDO

Fuente: MTC- PROVIAL Nacional, Proyecto de Conservación Vial por niveles de servicio de la red vial asfaltada de la carretera Cusco-Pisac, Urcos-La Raya, Urubamba-Chincheros-Cachimayo-Yauri-San Genaro-Sicuani y Huacarpay-Huambutio-Pisac-San Luis -Quillabamba.

Cuadro N° 3.3.-Cuadro de control de emergencias viales-año 2011.

N° DE EMERGENCIA	DESCRIPCION	PROG. INICIO	TRAMO	FECHA DE REPORTE	INICIO DE ATENCIÓN	FIN DE ATENCIÓN	ESTADO
7	PUNTO CRITICO - INESTABILIDAD DE TALUD	KM 85+600	VIII	7 de enero de 2011	7 de enero de 2011	11 de enero de 2011	CONCLUIDO
8	DERRUMBE MAYOR A 200 M3	KM 160+100	VIII	5 de enero de 2011	5 de enero de 2011	25 de enero de 2011	CONCLUIDO
9	DERRUMBE MAYOR A 200 M3	KM 160+100	VIII	1 de febrero de 2011	1 de febrero de 2011	12 de marzo de 2011	CONCLUIDO
11	EROSION DE PLATAFORMA Y REFUERZO DE DEFENSA RIBEREÑA	KM 86+430	VIII	1 de marzo de 2011	1 de marzo de 2011	19 de marzo de 2011	CONCLUIDO
14	EROSION DE PLATAFORMA Y REFUERZO DE	KM 167+810	VIII	7 de abril de 2011	7 de abril de 2011	18 de junio de 2011	CONCLUIDO

Viene

	ALCANTARILLA						
15	GRANDES VOLUMENES DE NIEVE	KM 129+500	VIII	1 de julio de 2011	1 de julio de 2011	3 de julio de 2011	CONCLUIDO
16	REFUERZO DE DEFENSA RIBEREÑA	KM 83+600	VIII	3 de noviembre de 2011	3 de noviembre de 2011	30 de noviembre de 2011	CONCLUIDO

Fuente: MTC- PROVIAL Nacional, Proyecto de Conservación Vial por niveles de servicio de la red vial asfaltada de la carretera Cusco-Pisac, Urcos-La Raya, Urubamba-Chincheros-Cachimayo-Yauri-San Genaro-Sicuani y Huacarpay-Huambutio-Pisac-San Luis -Quillabamba.

Cuadro N° 3.4.- Cuadro de control de emergencias viales-año 2012.

N° DE EMERGENCIA	DESCRIPCION	PROG. INICIO	TRAMO	FECHA DE REPORTE	INICIO DE ATENCIÓN	FIN DE ATENCIÓN	ESTADO
17	DERRUMBE MAYOR A 200 M3	KM 155+100	VIII	28 de febrero de 2012	28 de febrero de 2012	29/02/2011	CONCLUIDO
18	PUNTO CRITICO -PIEDRAS EN LA CALZADA	KM 70+000	VIII	24 de julio de 2012	24 de julio de 2012	25 de julio de 2012	CONCLUIDO
19	ANCOPACHAR: PERDIDA DE PLATAFORMA	KM 83+200	VIII-A	20 de julio de 2012	7 de agosto de 2012	7 de agosto de 2013	CONCLUIDO
20	HUNDIMIENTO Y EROSION DE PLATAFORMA	KM 72+326	VIII	25 de septiembre de 2012	5 de octubre de 2012	24 de octubre de 2012	CONCLUIDO
21	DERRUMBE MAYOR A 200 M3	KM 161+750	VIII	30 de octubre de 2012	30 de octubre de 2012	30 de octubre de 2012	CONCLUIDO

Viene

22	PUNTO CRITICO- MURO DE MAMPOSTERIA	KM 122+950	VIII	5 de noviembre de 2012	5 de noviembre de 2012	28 de noviembre de 2012	CONCLUIDO
23	EROSION DE PLATAFORMA- MURO DE MAMPOSTERIA	107+805	VIII	1 de diciembre de 2012	15 de diciembre de 2012	30 de diciembre de 2012	CONCLUIDO
47	MURO DE SOSTENIMIENTO Y ENROCADO DE PROTECCION	KM 156+405- KM156+455	VIII-B	8 de julio de 2012	8 de julio de 2012	10 de agosto de 2013	CONCLUIDO

Fuente: MTC- PROVIAL Nacional, Proyecto de Conservación Vial por niveles de servicio de la red vial asfaltada de la carretera Cusco-Pisac, Urcos-La Raya, Urubamba-Chincheros-Cachimayo-Yauri-San Genaro-Sicuani y Huacarpay-Huambutio-Pisac-San Luis -Quillabamba.

Cuadro N° 3.5.- Cuadro de control de emergencias viales-año 2013.

N° DE EMERGENCIA	DESCRIPCION	PROG. INICIO	TRAMO	FECHA DE REPORTE	INICIO DE ATENCIÓN	FIN DE ATENCIÓN	ESTADO
10	PERDIDA DE LA PLATAFORMA	KM 24+928	VIII	3 de febrero de 2013	3 de febrero de 2013	11 de febrero de 2013	CONCLUIDO
12	EROSION DE PLATAFORMA Y REFUERZO DE DEFENSA RIBEREÑA	KM 166+800	VIII	2 de marzo de 2013	2 de marzo de 2013	27 de junio de 2013	CONCLUIDO
13	DERRUMBE MAYOR A 200 M3	KM 104+480	VIII	11 de marzo de 2013	11 de marzo de 2013	18 de marzo de 2013	CONCLUIDO
24	ELIMINACION DE DERRUMBE MAYOR A 200 M3	124+217	VIII-A	6 de enero de 2013	7 de febrero de 2013	20 de febrero de 2013	CONCLUIDO

Viene

25	SOCAVACION DE SUBESTRUCTURA -PUENTE OLLANTAYTAMBO	PROG. INICIO	VIII-A	10 de febrero de 2013	11 de febrero de 2013	20 de junio de 2013	CONCLUIDO
26	PUNTO CRITICO-MURO DE MAMPOSTERIA KM 157+250	157+250	VIII-A	4 de febrero de 2013	4 de abril de 2013	4 de febrero de 2013	CONTINUA
27	DEFENSA RIBEREÑA-PUENTE TANJAC	94+946	VIII-A	10 de febrero de 2013	11 de febrero de 2013	26 de marzo de 2013	CONCLUIDO
28	PROTECCION Y DEFENSA RIBEREÑA KM 102+700	102+700	VIII-A	10 de febrero de 2013	15 de febrero de 2013	7 de junio de 2013	CONCLUIDO
29	PERDIDA DE PLATAFORMA KM 109 + 820	109+820	VIII-A	10 de febrero de 2013	11 de febrero de 2013	7 de junio de 2013	CONCLUIDO
30	DEFENSA RIBEREÑA POR EROSION DE PLATAFORMA PUENTE TANSAYOQ I	112 + 378	VIII-A	10 de febrero de 2013	12 de febrero de 2013	13 de marzo de 2013	CONCLUIDO
31	DEFENSA RIBEREÑA POR EROSION DE PLATAFORMA PUENTE TANSAYOQ II	112 + 594	VIII-A	10 de febrero de 2013	14 de febrero de 2013	20 de marzo de 2013	CONCLUIDO

32	DEFENSA RIBEREÑA - PROTECCION DE PLATAFORMA PONTON KM 113+276	113+276	VIII-A	10 de febrero de 2013	12 de febrero de 2013	18 de marzo de 2013	CONCLUIDO
33	EROSION Y PERDIDA DE PLATAFORMA ALCANTARILLA KM 114+469	114+469	VIII-A	10 de febrero de 2013	13 de febrero de 2013	26 de marzo de 2013	CONCLUIDO
34	DEFENSA RIBEREÑA - PROTECCION DE ALCANTARILLA KM 116+107	116+107	VIII-A	10 de febrero de 2013	14 de febrero de 2013	25 de marzo de 2013	CONCLUIDO
35	DEFENSA RIBEREÑA - PROTECCION DE PONTON KM 118 + 849	118+849	VIII-B	20 de mayo de 2013	20 de mayo de 2013	31 de mayo de 2013	CONCLUIDO
36	ELIMINACIÓN DE DERRUMBE MAYOR A 200 M3 KM 110+880	110+880	VIII-A	16 de enero de 2013	16 de febrero de 2013	25 de marzo de 2013	CONCLUIDO
37	ELIMINACIÓN DE DERRUMBE MAYOR A 200 M3 KM 157+150	157+150	VIII-B	18 de febrero de 2013	18 de febrero de 2013	16 de marzo de 2013	CONCLUIDO
38	ELIMINACION DE DERRUMBE MAYOR A 200 M3	151+600	VIII-B	28 de febrero de 2012	28 de febrero de 2013	1 de marzo de 2012	CONCLUIDO

39	HUAYCO	157+750	VIII-B	28 de febrero de 2013	28 de febrero de 2013	28 de febrero de 2013	CONCLUIDO
40	HUAYCO	170+550	VIII-B	28 de febrero de 2013	28 de febrero de 2013	28 de febrero de 2013	CONCLUIDO
41	HUAYCO	168+150	VIII-B	28 de febrero de 2013	28 de febrero de 2013	28 de febrero de 2013	CONCLUIDO
42	PROTECCION Y DEFENSA RIBEREÑA	KM 99+607	VIII-A	10 de febrero de 2013	8 de julio de 2013	8 de julio de 2013	CONCLUIDO
43	EROSION DE PLATAFORMA Y REFUERZO DE DEFENSA RIBEREÑA	116+358	VIII-A	10 de febrero de 2013	19 de mayo de 2013	19 de mayo de 2013	CONCLUIDO
44	PERDIDA DE LA PLATAFORMA Y REFUERZO DE DEFENSA RIBEREÑA	KM 152+030	VIII-B	25 de junio de 2013	27 de junio de 2013	12 de diciembre de 2014	CONCLUIDO
45	ELIMINACION DE DERRUMBE MAYOR	KM 133+080	VIII-B	10 de febrero de 2013	4 de junio de 2013	10 de julio de 2013	CONCLUIDO
46	ATENCION PUNTO CRITICO POR ASENTAMIENTO DE PLATAFORMA	KM 158+450	VIII-B	26 de junio de 2013	27 de junio de 2013	27 de junio de 2013	CONCLUIDO
48	EROSION DE PLATAFORMA POR INFILTRACION	KM 130+000 - 135+000	VIII-A	30 de julio de 2013	30 de julio de 2013	CONTINUA	PARALIZADO

Viene

49	OBSTRUCCION DE VIA POR ACCIDENTE DE TRANSITO	KM 138+830	VIII-A	3 de agosto de 2013	3 de agosto de 2013	3 de agosto de 2013	CONCLUIDO
50	LIMPIEZA DE GRANDES VOLUMENES DE NIEVE HASTA KM 134	KM 123 HASTA KM 134	VIII-A	24 de agosto de 2013	24 de agosto de 2013	26 de agosto de 2013	CONCLUIDO
51	ELIMINACION DE HUAYCO EN EL BADEN SIRENACHAYOC	KM 156+550	VIII-B	8 de octubre de 2013	8 de octubre de 2013	10 de octubre de 2013	CONCLUIDO
52	LIMPIEZA DE HUAYCO EN EL BADEN HUAMANMARCA	KM 185+150	VIII-B	30 de octubre de 2013	30 de octubre de 2013	4 de noviembre de 2013	CONCLUIDO
53	ELIMINACION DE DERRUMBE MAYOR KM 182+900	KM 182+900	VIII-B	30 de octubre de 2013	30 de octubre de 2013	31 de octubre de 2013	CONCLUIDO
54	LIMPIEZA DE HUAYCO	KM 185+200	VIII-B	24 de diciembre de 2013	24 de diciembre de 2013	24 de diciembre de 2013	CONCLUIDO
55	ELIMINACION DE HUAYCO BADEN HUAMANMARCA	KM 185+200	VIII-B	27 de diciembre de 2013	27 de diciembre de 2013	30 de diciembre de 2013	CONCLUIDO

Fuente: MTC- PROVIAL Nacional, Proyecto de Conservación Vial por niveles de servicio de la red vial asfaltada de la carretera Cusco-Pisac, Urcos-La Raya, Urubamba-Chincheros-Cachimayo-Yauri-San Genaro-Sicuani y Huacarpay-Huambutio-Pisac-San Luis -Quillabamba.

Cuadro N° 3.6.- Cuadro de control de emergencias viales-año 2014.

N° DE EMERGENCIA	DESCRIPCION	PROG. INICIO	TRAMO	FECHA DE REPORTE	INICIO DE ATENCIÓN	FIN DE ATENCIÓN	ESTADO
61	OBSTRUCCIÓN DE VÍA POR CAÍDA DE ROCA (ELIMINACION POR SEGURIDAD DEL USUARIO)	KM 110+800	VIII-A	11 de abril de 2014	11 de abril de 2014	12 de abril de 2014	CONCLUIDO
62	LIMPIEZA DE HUAYCO	KM 185+150	VIII-B	10 de mayo de 2014	10 de mayo de 2014	12 de mayo de 2014	CONCLUIDO
63	ELIMINACION DE DERRUMBE MAYOR A 200 M3 KM 131 + 060 T VIII-B	KM. 131+060	VIII-B	8 de julio de 2014	8 de julio de 2014		CONCLUIDO
64	HUAYCO KM 815 + 150	KM 815 + 150	VIII-B	12 de octubre de 2014	12 de octubre de 2014		CONCLUIDO
65	ELIMINACION DE DERRUMBE MAYOR A 200 M3 Km. 160+500 Tramo VIII-B	KM 160 + 500	VIII-B	25 de octubre de 2014	26 de octubre de 2014		CONCLUIDO
66	Atención Puente Sirena por Impacto km 156+940 - km 156+992	KM 156 + 940	VIII-B	25 de octubre de 2014	26 de octubre de 2014		CONCLUIDO

Viene

67	ELIMINACION DE DERRUMBE MAYOR A 200 M3 Km. 160+500 Tramo VIII-B	KM 160 + 500	VIII-B	14 de noviembre de 2014	14 de noviembre de 2014		CONCLUIDO
68	ELIMINACION DE DERRUMBE MAYOR A 200 M3 Km 219+000 Tramo IX	KM 219+000	VIII-B	21 de noviembre de 2014	21 de noviembre de 2014		CONTRASTAR
69	ELIMINACION DE DERRUMBE MAYOR A 200 M3 Km. 160+500 Tramo VIII-B	KM 160 + 500	VIII-B	22 de noviembre de 2014	22 de noviembre de 2014		CONCLUIDO
70	ELIMINACION DE DERRUMBE MAYOR A 200 M3 Km. 160+500 Tramo VIII-B	KM 150+ 600	VIII-B	6 de diciembre de 2014	6 de diciembre de 2014		CONCLUIDO

Fuente: MTC- PROVIAL Nacional, Proyecto de Conservación Vial por niveles de servicio de la red vial asfaltada de la carretera Cusco-Pisac, Urcos-La Raya, Urubamba-Chincheros-Cachimayo-Yauri-San Genaro-Sicuani y Huacarpay-Huambutio-Pisac-San Luis -Quillabamba.

Cuadro N° 3.7.- Cuadro de control de emergencias viales-año 2015.

N° DE EMERGENCIA	DESCRIPCION	PROG. INICIO	TRAMO	FECHA DE REPORTE	INICIO DE ATENCIÓN	FIN DE ATENCIÓN	ESTADO
71	Reposición de Carpeta Asfáltica KM 157+170 T VIII-B	KM 157 + 170	VIII-B	13 de enero de 2015	13 de enero de 2015		CONCLUIDO
72	DERRUMBE MAYOR A 200 M3 km 149+265	KM 149+265	VIII-B	26 de enero de 2015	26 de enero de 2015		CONCLUIDO
73	HUAYCO KM 157+750 TVIII-B	KM 157+750	VIII-B	11 de febrero de 2015	11 de febrero de 2015		CONCLUIDO
74	DERRUMBE MAYOR A 200 M3 km 158+300 TVIII-B	KM 158+300	VIII-B	11 de febrero de 2015	11 de febrero de 2015		CONCLUIDO
75	HUAYCO KM 156+550 TVIII-B	KM 156+550	VIII-B	16 de febrero de 2015	16 de febrero de 2015		CONCLUIDO
76	DERRUMBE MAYOR A 200 M3 km 157+750	KM 157+750	VIII-B	11 de febrero de 2015	11 de febrero de 2015		CONCLUIDO
77	PUENTE ACCOPATA- DE INICIO.	KM 158+300	VIII-B	11 de febrero de 2015	11 de febrero de 2015		CONCLUIDO

Viene

78	HUAYCO KM 157+750 TVIII	KM 157+750	VIII	5 de marzo de 2015	5 de marzo de 2015		CONCLUIDO
79	Señalización Complementaria por Seguridad del Usuario km 131+080 - km 131+080 - km 154+240 TVIII- B	KM 131+080 - KM 154+240	VIII-B	2 de abril de 2015	4 de abril de 2015		EN ATENCION
80	Pérdida Parcial de Plataforma- Muro de Mampostería km 147+050 TVIII- B	KM 147+050	VIII-B	2 de abril de 2015	6 de abril de 2015		CONCLUIDO
81	Erosión de Plataforma - Muro seco km 169+200 TVIII- B	km 169+200	VIII-B	9 de abril de 2015	7 de abril de 2015		CONCLUIDO
82	Pérdida Parcial de Plataforma - Muro de Mampostería km 151+960 TVIII- B	KM 151+960	VIII-B	14 de abril de 2015	14 de abril de 2015		CONCLUIDO
83	Erosión Parcial de Plataforma -	KM 163+095	VIII-B	14 de abril de 2015	14 de abril de 2015		CONCLUIDO

	Calzadura salida Badén km 163+095 TVIII-B						
84	Erosión Parcial de Plataforma- Muro de Contención km 149+290 TVIII-B	KM 149+290	VIII-B	14 de abril de 2015	14 de abril de 2015		CONCLUIDO
85	Pérdida Parcial de Plataforma- Muro de Mampostería km 158+860 TVIII-B	KM 158+860	VIII-B	14 de abril de 2015	14 de abril de 2015		CONCLUIDO
86	Pérdida Parcial de Plataforma -Muro de Mampostería km 155+200 TVIII-B	KM 155+200	VIII-B	15 de abril de 2015	15 de abril de 2015		CONCLUIDO
87	Erosión de Plataforma - Tratamiento Superficial Por asentamiento km 152+550 TVIII-B	KM 152+550	VIII-B	18 de abril de 2015	18 de abril de 2015		CONCLUIDO
88	ELIMINACION DE DERRUMBE MAYOR A 200 M3 km 130+700 TVIII-A	KM 130+700	VIII-A	20 de abril de 2015	20 de abril de 2015		CONCLUIDO
89	Erosión de Plataforma - Tratamiento	KM 158+130	VIII-B	21 de abril de 2015	21 de abril de 2015		CONCLUIDO

Viene

	Superficial km 158+130 TVIII-B						
90	Prevención de Erosión – Mejoramiento de Drenaje km 147+800 TVIII-B	KM 147+800	VIII-B	13 de abril de 2015	13 de abril de 2015		CONCLUIDO
91	Prevención de Erosión – Mejoramiento de Drenaje km 149+160 TVIII-B	KM 149+160	VIII-B	14 de abril de 2015	14 de abril de 2015		CONCLUIDO
92	Pérdida de Plataforma – Reconformación de Estructura de pavimento km 149+360 TVIII-B	KM 149+360	VIII-B	13 de abril de 2015	13 de abril de 2015		CONCLUIDO
93	Reconformación de Estructura de pavimento km 149+625 TVIII-B	KM 149+625	VIII-B	15 de abril de 2015	15 de abril de 2015		CONCLUIDO
94	Pérdida de Plataforma- Mejoramiento Superficial Km 153+850 TVIII-B	KM 153+850	VIII-B	14 de abril de 2015	13 de abril de 2015		CONCLUIDO
95	Pérdida de Plataforma – Prevención de Erosión -	KM 156+400 - KM 156+800	VIII-B	28 de abril de 2015	9 de mayo de 2015		CONCLUIDO

Viene

	Mejoramiento de Drenaje km 156+400 - km 156+800 TVIII-B						
96	Huayco Km 185+150 TVIII-B, ocurrido el día 05 de Mayo del 2015	Km 185+150	VIII-B	6 de mayo de 2015	5 de mayo de 2015		CONCLUIDO
97	Atención Elementos Finales MC-363 del Puente Ollantaytambo km 88+200 T-VIII	km 88+200	VIII-B	13 de mayo de 2015	14 de mayo de 2015		PENDIENTE

Fuente: MTC- PROVIAL Nacional, Proyecto de Conservación Vial por niveles de servicio de la red vial asfaltada de la carretera Cusco-Pisac, Urcos-La Raya, Urubamba-Chincheros-Cachimayo-Yauri-San Genaro-Sicuani y Huacarpay-Huambutio-Pisac-San Luis -Quillabamba.

--	--	--	--	--	--	--	--

*todos los cuadros resaltados de color anaranjado son los que pertenecen al tramo de estudio desde km. 130+000 hasta km. 159+350

En los cuadros mostrados anteriormente, se observa que desde el año 2010 el Ministerio de Transporte y Comunicaciones por medio de Provias Nacional, viene haciendo mantenimiento del tramo de carretera en estudio, registrando 41 casos de emergencias atendidos hasta la fecha, de los cuales 13 fueron debidamente tratados con medidas correctivas (muros de contención, gaviones y reconfiguración de la plataforma) en el resto solo se realizó la señalización y limpieza de la zona afectada, sin embargo muchas de las

zonas que sufrieron deslizamientos y derrumbes necesitan medidas correctivas adecuadas según sus características.

Por otro lado, podemos encontrar información acerca de medidas correctivas y estudios de impactos ambientales nacionales e internacionales generados en la construcción de una carretera como:

- ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DE LA CARRETERA PUMAMARCA - ABRA SAN MARTÍN DEL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN: el cual identifica los impactos potenciales de la carretera Pumamarca – Abra San Martín, de acuerdo a esto plantea un Plan de Manejo Ambiental con la finalidad de minimizar, reducir, etc los efectos ocasionados.
- ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE LA INTERCONEXION VIAL IÑAPARI – PUERTO MARITIMO DEL SUR: en el que se contempla un Programa de Medidas Preventivas y Correctivas, tiene como objetivo plantear y establecer las medidas de carácter técnico, económico y social que eviten y/o mitiguen los impactos negativos que las actividades de construcción de la Alternativa 3 de la Interconexión Vial Iñapari – Puerto Marítimo del Sur generen sobre el ambiente físico, biológico o social.
- ESTUDIO PARA LA REHABILITACIÓN DE MEJORAMIENTO SE LA CARRETERA CHONGOYAPE-COCHABAMBA-CAJAMARCA, TRAMO CONCHABAMBA-CHOTA: contiene planes o medidas de mitigación y contingencia.

- ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DE LA CARRETERA CUENCA-GIRÓN-PASAJE, TRAMO LÉNTAG-RIO SAN FRANCISCO DE 50 KM DE LONGITUD APROXIMADA, UBICADA EN LA PROVINCIA DEL AZUAY: en el que se puede observar el estudio de impacto ambiental y una propuesta de manejo a estos impactos generados por la construcción de la carretera.

Así como estos estudios, planes, propuestas y medidas correctivas existen otros que sirven de aporte en la tesis.

3.2 MARCO HISTÓRICO

Tras la culminación de la primera fase de la construcción de la carretera Cusco-Quillabamba, el año 1999 se inicia el proyecto de construcción del Tramo: Abra Malaga-San Luis , con los estudios para la construcción de la carretera realizada por la firma VISA Consultores S.A mediante Contrato N° 002-1999-MTC/15.17FN-BIRF, el 23 de julio 1999, de la Red Vial Departamental 101, ubicada en el departamento del Cusco. Dicho estudio fue aprobado el 29 de diciembre del 2000, sin embargo, por consideraciones técnicas y recomendaciones de la firma supervisora del M.E.F., C.LOTTI, se modifica los niveles de intervención de la obra y se actualiza el expediente técnico y presupuesto el 18 de mayo del 2001.

El 17 de setiembre del 2001, el Ministerio de Transporte y Comunicaciones, otorgó la Buena Pro a la empresa Contratista CHINA ELECTRIC POWER TECHNOLOGY IMPORT & EXPORT CORPORATION, para la ejecución de las obras en un plazo de 360 días naturales; suscribiéndose el Contrato de Obra N° 395-2001-MTC/15.17, de fecha 24 de setiembre del 2001.

El 28 de abril del 2003, el contratista (Ministerio de Transportes y Comunicaciones) resuelve el Contrato de Ejecución de la Obra de pleno derecho, mediante R.D. N° 203-2003-MTC/22.

A requerimiento de PROVÍAS NACIONAL, la Dirección Ejecutiva de Provías Departamental dispone la actualización del expediente técnico de la carretera Ollantaytambo – San Luis , tramo II: Abra Málaga – San Luis , 18 de mayo del 2001, por cuanto el proyecto para su ejecución será transferido a la entidad en concordancia con el Plan de Evolución Institucional de Provías Departamental en el Contexto del Programa de Caminos Departamentales, así se procedió a realizar la construcción teniendo en consideración dos sub-tramos que se muestra en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 3.8.- Sub-tramos de la carretera Abra Málaga – San Luis.

SUBTRAMO	LUGAR	PROGRESIVA
1	Abra Málaga – Carrizales	Km. 130+000 – Km. 153+000
2	Carrizales – San Luis	Km. 153+000 – km. 172+000

3.3. MARCO TEÓRICO

3.3.1. Medidas Correctivas

Son actividades, cuya ejecución es fundamental, no solo para preservar las condiciones de la vía, sino fundamentalmente para proteger a los usuarios de eventos que podrían ocurrir por aspectos como: deslizamientos, hundimientos de la plataforma, obstrucción de la visibilidad, presencia de obstáculos en la vía, todo lo cual puede crear niveles de riesgo.

Estas medidas permiten minimizar o controlar las amenazas del ambiente y dotar a una carretera existente de nueva y mejores características técnicas. La mayoría de los trabajos se realiza en la plataforma de la vía y en el derecho de vía, pudiendo ser necesarios el cambio de alineamientos o la ejecución de variantes de corta longitud, en éstos casos se requiere adquisición de tierras en lugares específicos.

- Aumento en número de carriles.
- Mejoramiento de los radios de curvatura.
- Mejora de la visibilidad vertical, suavizando o disminuyendo pendientes.
- Ampliación de bermas, hombros o banquetas.
- Mejoramiento de la estructura de pavimento.
- Cuneta de coronación.
- Mejoramiento del sistema de drenaje y obras de arte, entre otros.
- Señalización horizontal y vertical.

Actividades específicas durante el proceso de mejoramiento:

- Rectificaciones menores o ampliaciones que generen movimientos de tierra por corte o terraplén.

- Recuperación, adecuación y construcción de bermas.
- Recuperación, adecuación y construcción de obras de drenaje y sub-drenaje.
- Recuperación y construcción de pontones.
- Recuperación y construcción de obras de estabilización, pavimentación y parqueo.
- Instalación y operación de plantas de asfalto durante el tiempo que dure el proyecto de mejoramiento.
- Instalación y operación de plantas de trituración de materiales pétreos durante el tiempo que dure el proyecto de mejoramiento.
- Instalación de campamentos durante el tiempo que dure el proyecto de mejoramiento.
- Disposición de sobrantes.

Muchos accidentes se producen por despiste o salida de vehículos de la carretera causados muchas veces por distracción, sueño del conductor, falta de señalización horizontal y vertical, radio de la curva, etc. Por ello, es necesario disponer de elementos que contribuyan a atenuar la gravedad del accidente de muy diversas maneras, entre las que se podrían citar algunas:

- Con la evaluación general de los riesgos que implican las salidas de las vías y con el diseño y construcción de elementos paliativos de eficacia proporcional a tal riesgo.
- Con la construcción de elementos de contención capaces de evitar la salida de la vía.
- Con el principio de que tales elementos de contención no agraven el accidente por la rigidez del impacto en el coche y aumenten los efectos y la discapacidad en los heridos.
- Con la protección de los elementos rígidos en los márgenes de las carreteras.
- Con otros sistemas tales como los lechos de frenada.

Si un vehículo se sale de la carretera, puede chocar con un obstáculo, despeñarse, caer sobre otra carretera (ejemplo típico de los enlaces) o desplazarse libre y regularmente por alguna zona no peligrosa. Esta evaluación sería la relativa al riesgo de la zona.

Las consecuencias de cada salida individual de una carretera dependerán de la situación de la misma (viaducto, terraplén de gran altura, etc.) y también de la velocidad, del peso y del número de ocupantes de vehículo.

Para prevenir los accidentes por salida de la vía, se instalan las barreras de contención. Estas barreras tienen que ser menos peligrosas en sí que las consecuencias de la propia salida libre que se intenta prevenir. Es decir; un choque contra una barrera debe ser menos grave que un choque contra un elemento al que la barrera intenta interponerse.

Así las medidas correctivas cumplen una función de reducir, minimizar los riesgos y mejorar el curso o la trayectoria vial, estas acciones se realizan en el ancho de la plataforma, plazoletas de volteo y talud como se describe a continuación:

- a) **Ancho de la plataforma (Corona):** El ancho de plataforma o corona es la superficie superior de la carretera, que incluye la calzada y las bermas. Resulta de la suma del ancho en calzada y del ancho de las bermas.

La plataforma vial tendrá un ancho necesario para recibir sobre ella la capa o capas de la sub-base, base, carpeta asfáltica o tratamiento superficial y la cuneta de drenaje.

En muchas construcciones viales se tienen problemas con el ancho de la plataforma, como hundimiento y erosión de la plataforma, pérdida de la plataforma por desprendimiento de material, pérdida por socavamiento y por erosión. Para ello se realizan trabajos de construcción como gaviones, muros de contención, revegetación, señalización, entre otros según sea el caso, la afectación y el riesgo.

- b) **Plazoletas de volteo:** Es la sección ensanchada de la carretera destinada a facilitar el volteo del tránsito.

El Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC) recomienda prever ensanches en la plataforma, cada 5 Km. aproximadamente, para que los vehículos puedan dar vuelta de retorno o facilitar el estacionamiento temporal de los vehículos.

La ubicación de las plazoletas se fijará de preferencia en los puntos que combinen mejor la visibilidad a lo largo de la carretera con la facilidad de ensanchar la plataforma.

Así mismo en este punto también podemos encontrar problemas en cuanto al grado de inclinación (peralte), radio de la curva y velocidad del vehículo los cuales pueden causar accidentes debido a que el vehículo tiene que ocupar el carril opuesto, para ello se realizan trabajos de señalización para que el vehículo puede ingresar a la curva, incrementar el ángulo de inclinación (peralte), aumentar el radio de la curva entre otras según al riesgo.

- c) **Taludes:** Los taludes para las secciones en corte y relleno variarán de acuerdo a la estabilidad de los terrenos en que están practicados. Las alturas admisibles del talud y su inclinación se determinarán, en lo posible, por medio de ensayos y cálculos o tomando en cuenta la experiencia del comportamiento de los taludes de corte ejecutados en rocas o suelos de naturaleza y características geotécnicas similares que se mantienen estables ante condiciones ambientales semejantes.

Estabilidad de taludes: Sobre la base de un recorrido minucioso de la carretera, se realizó una evaluación general de la estabilidad de los taludes existentes y se identificaron los taludes críticos o susceptibles de inestabilidad. Asimismo definirá la inclinación de los taludes expresada como la relación H:V, siendo H la distancia horizontal y V la altura vertical del talud. Para el efecto, se determinaron en lo posible, los parámetros obtenidos de ensayos y cálculos o se tomaron en cuenta la experiencia del comportamiento de los taludes de corte in situ y/o ejecutados en rocas o suelos de naturaleza y características geológicas,

geotécnicas similares que se mantienen estables ante condiciones ambientales semejantes. Los taludes de corte dependerán de la naturaleza del terreno y de su estabilidad, pudiendo utilizarse (a modo referencial) las relaciones de corte en talud siguientes, los que son apropiados para los tipos de materiales (rocas y suelos) indicados en el cuadro N° 3.9.

Cuadro N° 3.9.-Taludes de cortes.

CLASE DE TERRENO	TALUD (V:H)		
	H<5	5<H<10	H>10
Roca fija	10:1	(*)	(**)
Roca suelta	6:1-4:1	(*)	(**)
Conglomerados cementados	4:1	(*)	(**)
Suelos consolidados compactos	4:1	(*)	(**)
Conglomerado comunes	3:1	(*)	(**)
Tierra compactada	2:1-1:1	(*)	(**)
Tierra suelta	1:1	(*)	(**)
Arenas sueltas	2:1	(*)	(**)
Zonas blandas con abundante arcilla o zonas humedecidas por filtraciones	1:2 hasta 1:3	(*)	(**)

Fuente: Ministerio de Transporte y Comunicaciones, Manual para el diseño de carreteras pavimentadas de bajo volumen de tránsito, Lima-2008.

(*) Requiere banquetta o análisis de estabilidad

(**) Requiere análisis de estabilidad.

Nota: En algunos casos se presentan taludes de corte de 8 o 10:1, debiendo mantenerse o evaluarse estas posibilidades.

Los taludes de relleno igualmente estarán en función de los materiales empleados, pudiendo utilizarse (a modo de taludes de relleno referenciales) los siguientes que son apropiados para los tipos de material incluidos en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 3.10.-Taludes de relleno.

MATERIALES	TALUD (V:H)		
	H<5	5<H<10	H>10
Enrocado	1:1	(*)	(**)
Suelos diversos compactados (mayoría de suelos)	1:15	(*)	(**)
Arena compactadas	1:2	(*)	(**)

Fuente: Ministerio de Transporte y Comunicaciones, Manual para el diseño de carreteras pavimentadas de bajo volumen de tránsito, Lima-2008.

(*) Requiere banqueteta o análisis de estabilidad

(**) Requiere análisis de estabilidad.

Para controlar los sectores con taludes inestables para el caso de este tipo de vías se diseñarán soluciones de bajo costo, para lo cual el proyectista evaluará y definirá soluciones mediante:

1. Métodos físicos, como:

- Zanjas de coronación: Es un canal perimetral ubicado en la parte superior del talud, que permite coleccionar y conducir adecuadamente las aguas superficiales y pluviales evitando su paso por el talud.
- Zanjas de drenaje: Es un canal perimetral que drena adecuadamente las aguas pluviales. Diseñados para interceptar aguas superficiales y conducir las hacia los cursos de agua existente.

- Gaviones: Los muros de gaviones están formados por la superposición de cajas de forma prismática, fabricadas generalmente de enrejado de alambre en cuyo interior se colocan rocas de pequeño tamaño.

Al igual que en el caso de los muros de escollera estos comenzaron a utilizarse en obras fluviales, más tarde comenzaron a utilizarse en la construcción de estructuras de contención y sostenimiento en carreteras.

- Terraplene: Se denomina terraplén a la tierra con que se rellena un terreno para levantar su nivel y formar un plano de apoyo adecuado para hacer una obra.

Los terraplenes son estructuras construidas siguiendo un diseño previamente elaborado, en sitios definidos, con suelos seleccionados y utilizando métodos y recursos determinados.

2. Métodos de revegetación, empleando:

- Vegetación “natural” económica y estética que generen cobertura al terreno e incrementen la resistencia por la profundidad de las raíces. Es ideal que, para la estabilización de taludes, se seleccione la vegetación, por sus propiedades de crecimiento, resistencia, cobertura densa del terreno y raíces profundas.

Preferentemente, se deben usar especies locales nativas que tengan las propiedades antes mencionadas.

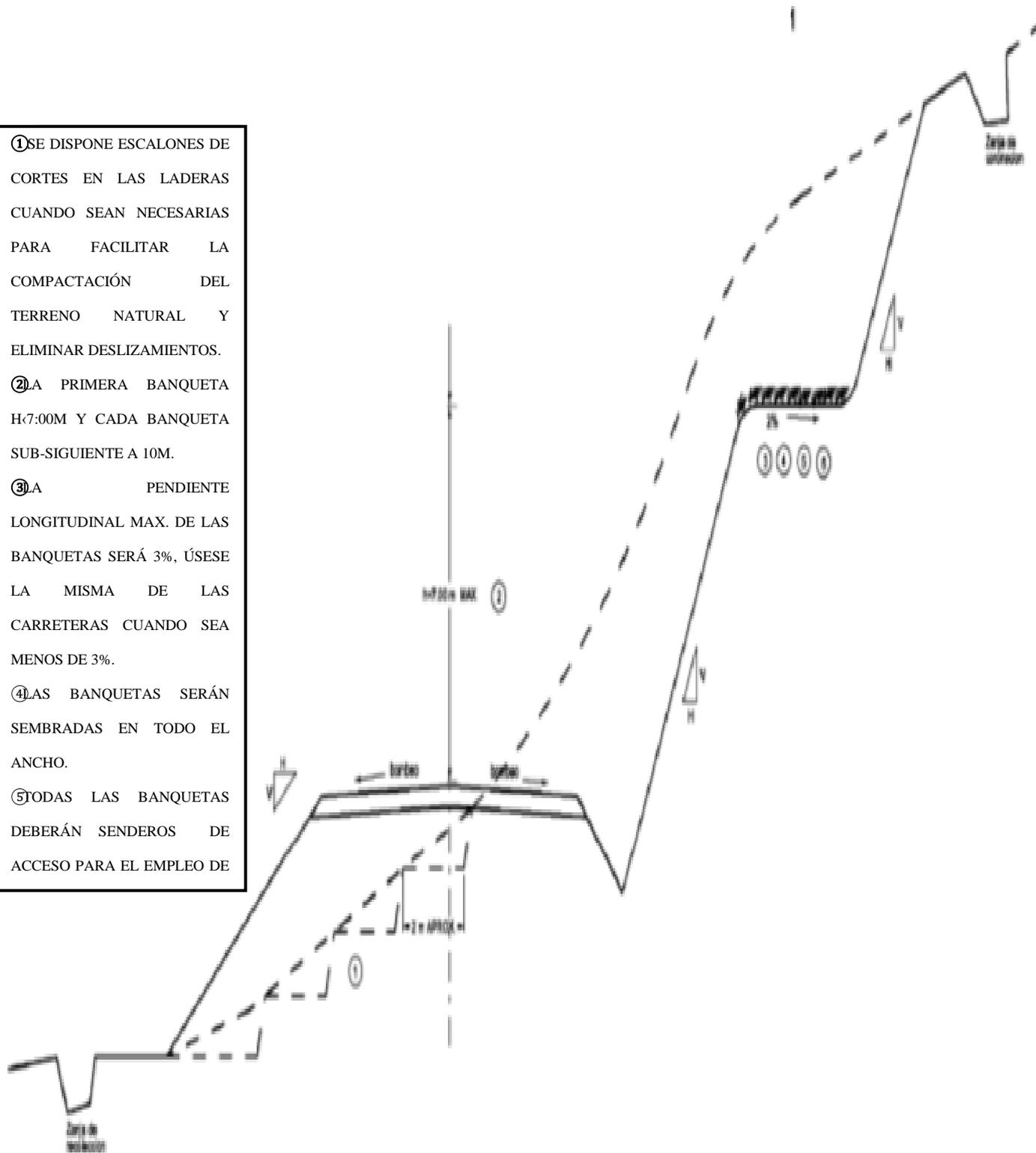
3. Para sectores críticos o muy críticos, como producto de un estudio geotécnico de estabilidad de taludes de extensión y alcance local, se propondrán medidas físicas y biotécnicas de estabilización de taludes, tales como:

- Drenaje y subdrenaje.
- Capas de vegetación, mantas con semillas (biomantas) y vegetación.
- Estructuras de contención que pueden estar formadas por enrocado suelto (muros secos), gaviones o muros de tierra estabilizada mecánicamente (tierra reforzada o tierra armada).

Las siguientes figuras ilustran diversas formas de tratamiento para la estabilización de taludes y protección de la plataforma de la carretera:

Gráfico N° 3.1.- Corte y relleno en una ladera empinada.

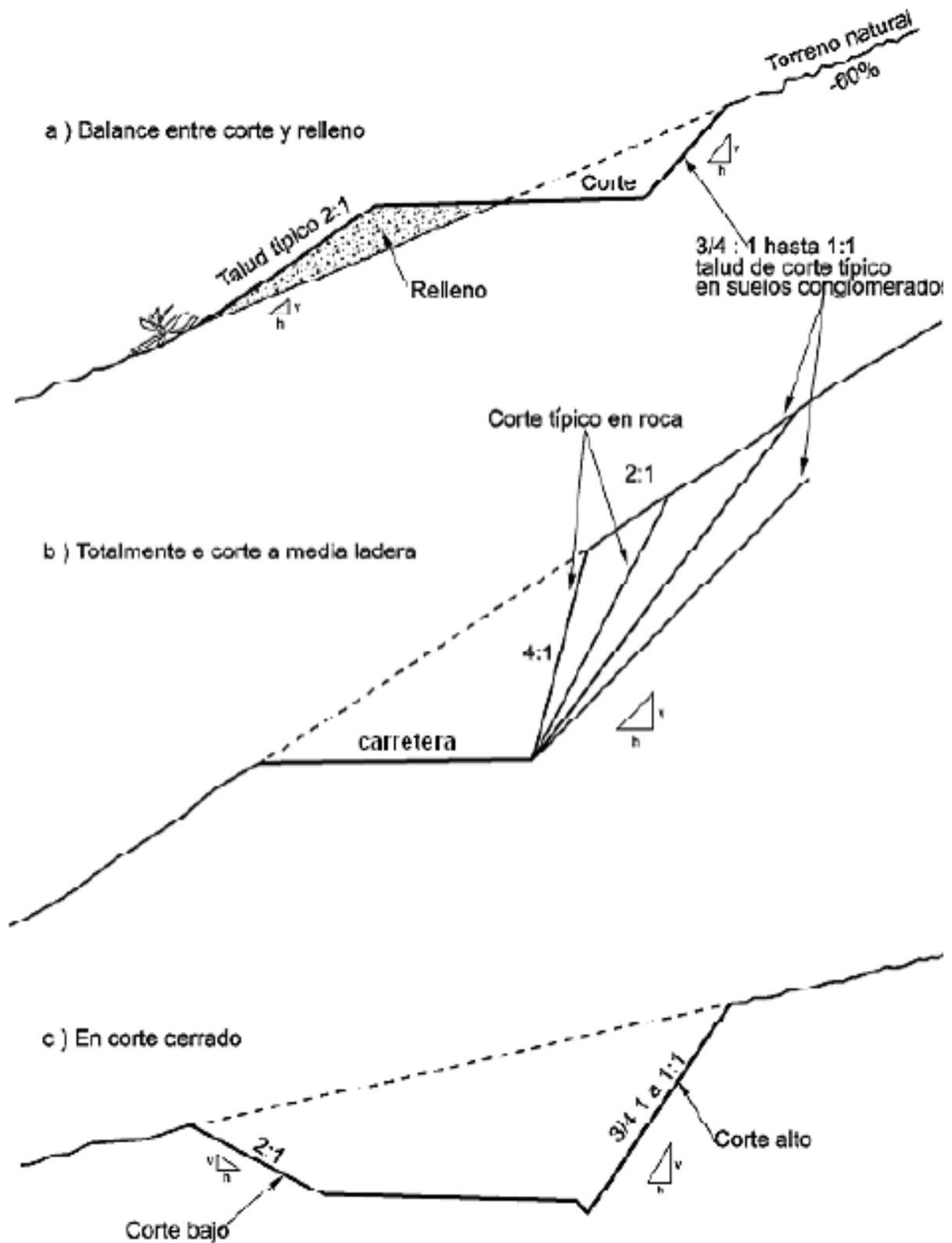
- ① SE DISPONE ESCALONES DE CORTES EN LAS LADERAS CUANDO SEAN NECESARIAS PARA FACILITAR LA COMPACTACIÓN DEL TERRENO NATURAL Y ELIMINAR DESLIZAMIENTOS.
- ② A PRIMERA BANQUETA H:7:00M Y CADA BANQUETA SUB-SIGUIENTE A 10M.
- ③ A PENDIENTE LONGITUDINAL MAX. DE LAS BANQUETAS SERÁ 3%, ÚSESE LA MISMA DE LAS CARRETERAS CUANDO SEA MENOS DE 3%.
- ④ LAS BANQUETAS SERÁN SEMBRADAS EN TODO EL ANCHO.
- ⑤ TODAS LAS BANQUETAS DEBERÁN SENDEROS DE ACCESO PARA EL EMPLEO DE



Fuente: Ministerio de Transporte y Comunicaciones, Manual para el diseño de carreteras

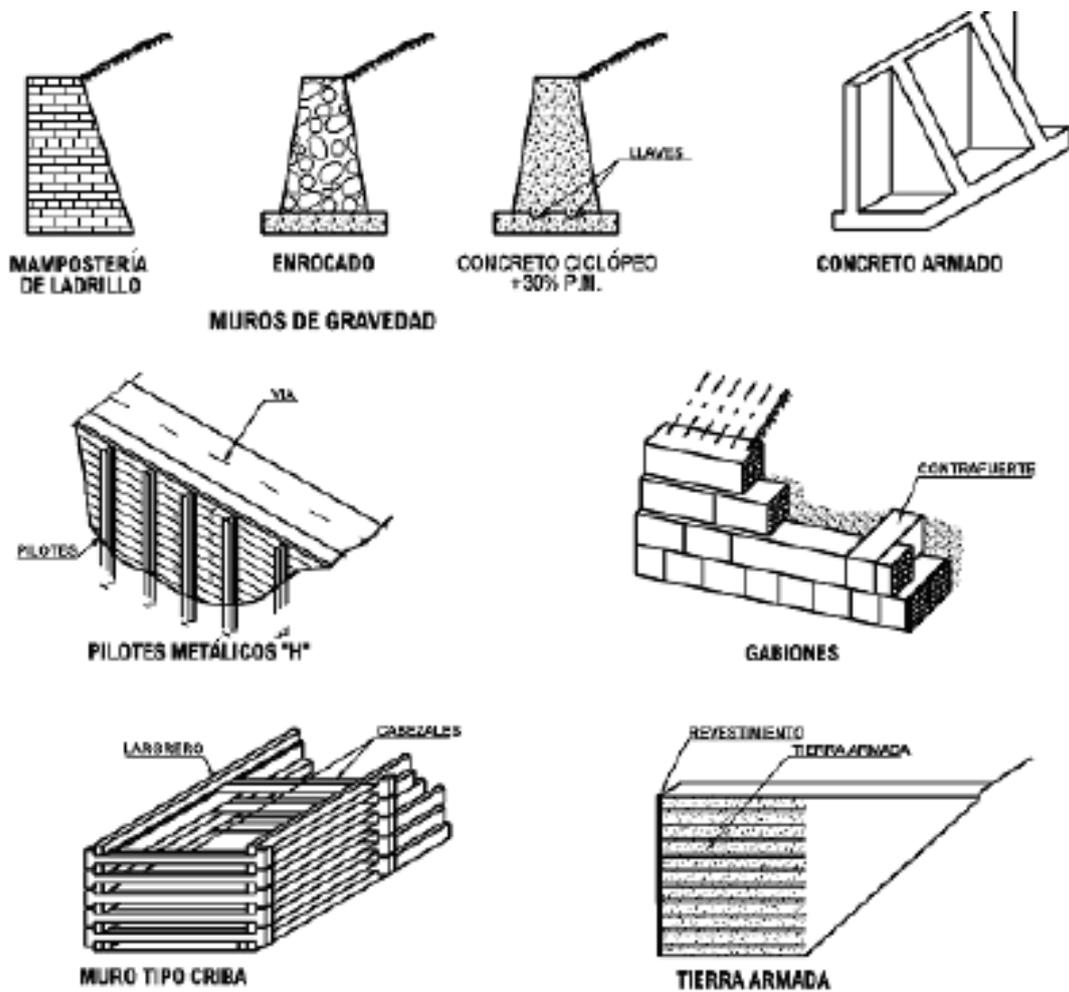
para el diseño de carreteras

Gráfico N° 3.2.- Diseño de opciones de secciones típicas.

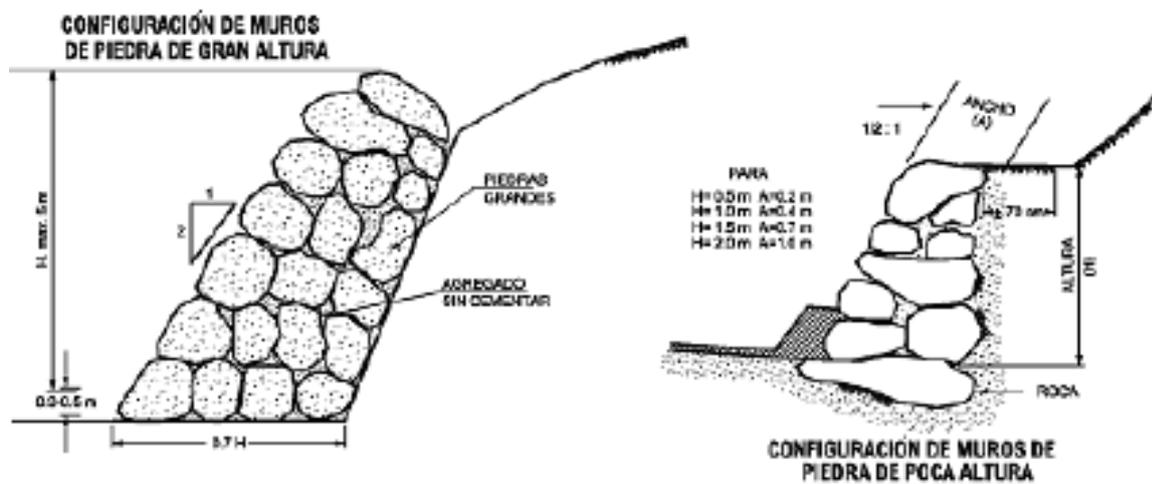


Fuente: Ministerio de Transporte y Comunicaciones, Manual para el diseño de carreteras pavimentadas de bajo volumen de tránsito, Lima-2008.

Gráfico N° 3.3.- Tipos de muros de sostenimiento usuales.



a. TIPOS DE ESTRUCTURAS DE SOSTENIMIENTO



b. CONSTRUCCIÓN TÍPICA DE MUROS DE PIEDRA

Fuente: Ministerio de Transporte y Comunicaciones, Manual pavimentadas de bajo volumen de transito, Lima-2008.

para el diseño de carreteras

Las imágenes mostradas anteriormente presentan los tipos de muro de contención los que se utilizan de acuerdo a la exigencia de la zona afectada, así mismo, se observan la variedad de materiales empleados para su construcción dependiendo del caso.

En las imágenes se encuentran materiales como madera, rocas, concreto, etc., con las descripciones y medidas aproximadas para su construcción de acuerdo a la necesidad del área afectada.

3.3.2. Impactos Ambientales

La superación de la visión economicista de los grandes proyectos de desarrollo se produce, como señala Gutiérrez Puebla (2004), a partir de los años ochenta, en los que el concepto de desarrollo regional equilibrado irrumpe como objetivo que deben cumplir las infraestructuras de transporte, y que también se encuentra dentro de las políticas, planes y proyectos referentes a otros ámbitos. La ampliación de este concepto hasta la noción de desarrollo sostenible desarrollada a partir de los noventa conlleva una mayor atención al aspecto territorial, al que se une, muchas veces de manera tan profunda que es difícil separar, el impacto ambiental.

El desarrollo de proyectos viales genera alteraciones ambientales y sociales, las mismas que se verifican durante el proceso constructivo, así como, durante la operación del mismo. Dentro de los mayores impactos causados se incluyen los daños a los ecosistemas sensibles, la pérdida de tierras agrícolas productivas, el reasentamiento de poblaciones, deterioro de la diversidad biológica, la alteración permanente de las actividades económicas locales, los cambios demográficos, la urbanización acelerada y la pérdida de los elementos culturales. Los impactos ambientales causados por el desarrollo de las

actividades viales, son de naturaleza diversa, consiguientemente requieren de una adecuada evaluación.

a) Importancia de los Estudios de Impactos Ambientales

El objetivo de la evaluación ambiental es asegurar que los problemas potenciales sean identificados y tratados en la fase inicial de la planificación y diseño del proyecto; en ese momento, alternativas deseables desde un punto de vista ambiental (sitios, tecnologías, etc.) pueden ser consideradas en forma realista, y los planes de implementación y operación pueden ser diseñados para responder a los problemas ambientales críticos para un máximo de efectividad de costos. Más tarde se vuelve muy costoso efectuar importantes cambios de diseño, seleccionar una propuesta alternativa, o decidir no continuar con un proyecto. Aún más costosas son las demoras en la implementación de un proyecto debido a problemas no contemplados en su diseño. Consecuentemente, es esencial integrar la evaluación ambiental dentro del estudio de factibilidad y del diseño.

En el caso del presente trabajo se utiliza matrices para un análisis ex post en la etapa de funcionamiento de la vía y cuyos resultados se presentan en el capítulo correspondiente.

Entre los múltiples beneficios de una evaluación ambiental, se incluyen los siguientes:

Protección de los recursos naturales, calidad ambiental y salud pública: Una evaluación ambiental sirve para identificar por adelantado las acciones que podrían tener efectos significativos en los recursos naturales; en la calidad del medio local, regional o nacional; y en salud y seguridad humanas. Al respecto, la evaluación ambiental es una medida preventiva importante que reduce los riesgos potenciales al bienestar del ambiente natural.

Revelación abierta y completa de todas las consecuencias ambientales de la acción propuesta: Una evaluación ambiental presenta un mecanismo normativo para documentar y revelar el espectro completo de los efectos de una acción propuesta. Esta revelación estimula un examen meticuloso de todas las acciones que podrían afectar el medio natural.

Consideración objetiva de todas las alternativas razonables: El principio fundamental del proceso de una evaluación ambiental es la comparación objetiva y sistemática de alternativas razonables para identificar la alternativa menos dañina al medio que llenará el propósito y necesidad establecidos por la acción propuesta.

Establecimiento de una base uniforme cuantitativa/cualitativa para la identificación y caracterización de todos los impactos ambientales relevantes: Los pasos sistemáticos incluidos en una evaluación ambiental ofrecen asistencia técnica con relación a los tipos de efectos ambientales que deben evaluarse, la extensión de metodologías técnicas que pueden usarse en

estas evaluaciones y los tipos de técnicas que pueden usarse para predecir los efectos potenciales resultantes de una acción propuesta.

Aplicación de las mejores prácticas administrativas para disminuir los impactos inevitables: La identificación temprana de los efectos potenciales de una acción propuesta que pueden promover el uso de las mejores prácticas administrativas o soluciones tecnológicas innovativas para predecir los efectos potenciales resultantes de una acción propuesta.

Fomento de la participación pública a través de la evaluación ambiental: La inclusión del público a través de talleres, reuniones y audiencias fomentan un flujo continuo de información y permite a las comunidades y a los ciudadanos hacer decisiones inteligentes sobre los beneficios y riesgos de las acciones propuestas.

3.3.3. Impacto ambiental en programas viales

Los impactos socio ambientales generados en programas viales son cambios o modificaciones que afectan al ambiente y al hombre ocasionados por determinadas obras, acciones o proyectos, con implicaciones ambientales o eventos ocasionales de la naturaleza, con efectos en la calidad ambiental y de vida y en el aprovechamiento de los recursos naturales, así como cualquier cambio significativo en el ecosistema.

Sin embargo, el impacto no implica necesariamente adversidad, ya que estos pueden ser tanto negativos como positivos, la importancia del impacto dependerá de su intensidad,

duración, magnitud, y de las acciones y efectos del medio en el cual ocurre y los ecosistemas con los que interactúa. El impacto negativo es una alteración que afecta el medio y consiguientemente a la persona y la comunidad en general.

El impacto positivo es aquella acción, que no causa ninguna alteración desfavorable o desequilibrio ambiental o social y traen beneficios a los ecosistemas y al ser humano.

A continuación se presenta un resumen de los principales y más comunes impactos que pueden ocasionar la ejecución de obras viales, los cuales son identificados en los documentos de evaluación ambientales (EIA ó DIA).

- a) Impactos Socio-Ambientales Potenciales de la Infraestructura Vial:** Los programas viales nuevos y/o mejorados, son una parte del desarrollo, pues ellos facilitan el acceso a los mercados, proporcionan fuentes de trabajo y, permiten dar una mayor cobertura a los servicios de comercio, educación y salud. Además, con el incremento de las características de la vía se puede reducir tiempos de viaje así como los costos de operación vehicular. Sin embargo, los proyectos de construcción o mejoramiento de vías, también pueden traer consecuencias ambientales y sociales negativas, dado que podrían ocasionar daños a los ecosistemas sensibles, causar la pérdida de áreas agrícolas productivas, constituir barreras físicas para la migración de especies de la diversidad biológica, induce a la extracción forestal, motivar el reasentamiento de familias o comunidades, interrumpir en forma temporal o permanente ciertas actividades económicas y culturales locales, generar cambios demográficos y culturales, inducir una urbanización acelerada y, facilitar la introducción de enfermedades. Existe un

sistema para la identificación de los impactos socio ambientales potenciales, reconocidos como de mayor probabilidad de ocurrencia en un proyecto de construcción o mejoramiento de vías. Sin embargo, los impactos reales dependerán de las características ambientales, sociales, y económicas de cada área y/o ecosistema en particular, por lo tanto, las soluciones para minimizar o evitar esos impactos serán diferentes.

Lo mencionado tiene mayor incidencia en el Perú, donde los recursos físicos, biológicos, y socio-culturales son diversos.

Características de Impactos Potenciales: Las características de impactos socio-ambientales varían y los parámetros típicos incluyen:

1. Impacto Directo, Indirecto, y Acumulativo: Por su naturaleza, los impactos se pueden clasificar como impactos directos, indirectos, y acumulativos.

- **Impactos Directos:** Los impactos directos son causados por actividades propias del proceso de construcción (rehabilitación, mejoramiento y construcción de nueva vía), tales como la tala de árboles, los movimientos de tierra, la apertura de canteras para la extracción de materiales de construcción, zonas para la ubicación de maquinaria pesada, campamentos, áreas destinadas para botadero, ruido, generación de material particulado, contaminación del agua, etc.

- **Impactos Indirectos:** Los impactos indirectos, también conocidos como impactos secundarios, son los impactos inducidos por el proyecto y que se derivan de la nueva presencia de la vía o el mayor uso de la misma. Los impactos indirectos son más difíciles de medir y de vincularse a un proyecto, sin embargo tienen el potencial de afectar un área geográfica grande, a manera de ejemplo se puede citar la pérdida de ciertos cultivos por la acumulación de material particulado en la superficie foliar.
- **Impactos Acumulativos:** El tema de impactos acumulativos es más crítico en las etapas de planeamiento de un proyecto donde el evitar y minimizar los impactos acumulativos negativos se puede alcanzar a través de cooperación y coordinación sectorial y multi-sectorial. Sin embargo, la definición se presenta porque es esencial entender que los impactos generados por proyectos individuales pueden contribuir a los impactos acumulativos.

El impacto acumulativo a un recurso específico incluye la suma de todos los impactos de acciones que han ocurrido, que están ocurriendo, y que probablemente ocurrirán, como consecuencia de alguna acción o influencia, que sean razonablemente previsibles, independientemente de cuál sea la entidad o persona que haya generado la acción. El impacto acumulativo también podrá incluir los efectos de procesos o eventos naturales, dependiendo del recurso específico.

2. **Magnitud:** La magnitud es una medida general del grado, del alcance, o de la escala del impacto. Típicamente, se expresa en términos de la severidad o intensidad relativa, tales como severo, moderado o bajo.
3. **Duración:** Algunos impactos pueden ser a corto plazo, por ejemplo el ruido que se presenta de la operación del equipo durante la construcción, la infestación de mosquitos debido a la presencia de aguas estancadas en lugares de la obra, y la degradación de la calidad del agua producida por la escorrentía en el sitio de la obra. Otros pueden ser a largo plazo, por ejemplo, la pérdida de costumbres tradicionales en las comunidades afectadas etc.
4. **Importancia:** Importancia es una medida de la significancia del impacto al específico recurso que está bajo la consideración. Dependiendo del contexto, la importancia de los impactos variarán (local, regional, global).

b) Impactos Socio-Ambientales Potenciales de Ejecución de Obras: los impactos potenciales de la ejecución de obras presenta los principales impactos potenciales de las actividades de la construcción de una nueva vía u otras obras como rehabilitación, mejoramiento a los diferentes medios: físico, biológico, socio-económico y patrimonio cultural.

1. **Medio Físico:** El medio físico incluye: el medio atmosférico (calidad del aire, ruido, vibración), el suelo, la geología, la geomorfología, e hidrología.

- 2. Medio Biológico:** El medio biológico incluye: la flora, la fauna, los hábitats, los ecosistemas, la biodiversidad y, las especies de interés especial, así como sus interacciones.

- 3. Medio Socio-Económico:** El medio socio-económico incluye: las características de la población, de los asentamientos poblacionales, de la población indígena y de sus organizaciones propias, de los grupos de interés, de la vivienda, la salud y la educación, de la pobreza, el empleo e ingresos, de las actividades económicas y productivas, de la infraestructura de servicios y de transporte, del uso y conducción del territorio, del uso socioeconómico y cultural de los recursos y las áreas a ser utilizadas por el proyecto, la expropiación de viviendas, el éxodo de la fuerza laboral, y la migración.

- 4. Patrimonio Cultural:** Generalmente, se refiere a los sitios, estructuras y restos de valor arqueológico, histórico, religioso, cultural o estético. Sin embargo, debemos valorizar el patrimonio cultural que no es tangible. Patrimonio cultural intangible o inmaterial se refiere a las prácticas, representaciones y expresiones, los conocimientos y las técnicas que procuran a las comunidades, los grupos e individuos un sentimiento de identidad y continuidad. Los instrumentos, objetos, artefactos y espacios culturales asociados a esas prácticas forman parte integrante de este patrimonio. En muchos casos los sitios importantes para este patrimonio coinciden con los lugares de importancia naturales.

3.3.4. Peralte

Uno de los aspectos más importantes, objeto de estudio, constituye el peralte que por su importancia se describe brevemente:

Se denomina peralte a la pendiente transversal que se da en las curvas a la plataforma de rodadura de una carretera, con el fin de compensar con una componente de su propio peso la inercia (o fuerza centrífuga) del vehículo, y lograr que la resultante total de las fuerzas se mantenga aproximadamente perpendicular al plano de la vía o de la calzada. El objetivo del peralte es contrarrestar la fuerza centrífuga que impele al vehículo hacia el exterior de la curva. También tiene la función de evacuar aguas de la calzada, exigiendo una inclinación mínima del 0.5%. Por lo tanto, el peralte en carreteras se construye para compensar la fuerza centrífuga que hace que los vehículos salgan de la carretera. Cada país dispone de un reglamento o normativa que impone el porcentaje de peralte en función a lo siguiente:

- **Para carreteras primarias y secundarias:** Para estos tipos de vías establece como peralte máximo ocho por ciento (8%), el cual permite no incomodar a vehículos que viajan a velocidades menores, especialmente a los vehículos con centro de gravedad muy alto y a los vehículos articulados (tracto – camión con remolque) los cuales pueden tener un potencial de volcamiento de su carga al circular por curvas con peraltes muy altos.
- **Para carreteras terciarias:** En carreteras Terciarias, especialmente en terreno montañoso y escarpado, es difícil disponer de longitudes de entretangencia amplias, por lo que no es fácil hacer la transición de peralte. Por lo anterior se

considera que el peralte máximo más adecuado para este caso es de seis por ciento (6%).

El comportamiento de un vehículo cuando toma una curva es, como consecuencia del sistema de fuerzas que actúan sobre el mismo, más inestable que cuando se halla circulando por línea recta. La gran diferencia entre estas dos situaciones es la aparición en el primer caso, de la fuerza centrífuga; esta fuerza ficticia no es más que consecuencia de la Ley de Inercia (primera ley de Newton), ya que al tomar la curva el vehículo se halla en un constante cambio de dirección. Para contrarrestar dicho efecto se dota a la curva de un peralte o inclinación transversal.

La única fuerza que se opone al desplazamiento lateral del vehículo es la fuerza de roce que se desarrolla entre el neumático y el pavimento. La fuerza de roce no es suficiente para impedir el desplazamiento transversal; por ello para evitar que los vehículos se salgan de su trayectoria es necesario que los componentes normales al camino sean siempre del mismo sentido y se sumen contribuyendo a la estabilidad del vehículo, en tanto que las componentes paralelas al camino son de sentido opuesto y su relación puede hacer variar los efectos que se sienten en el vehículo.

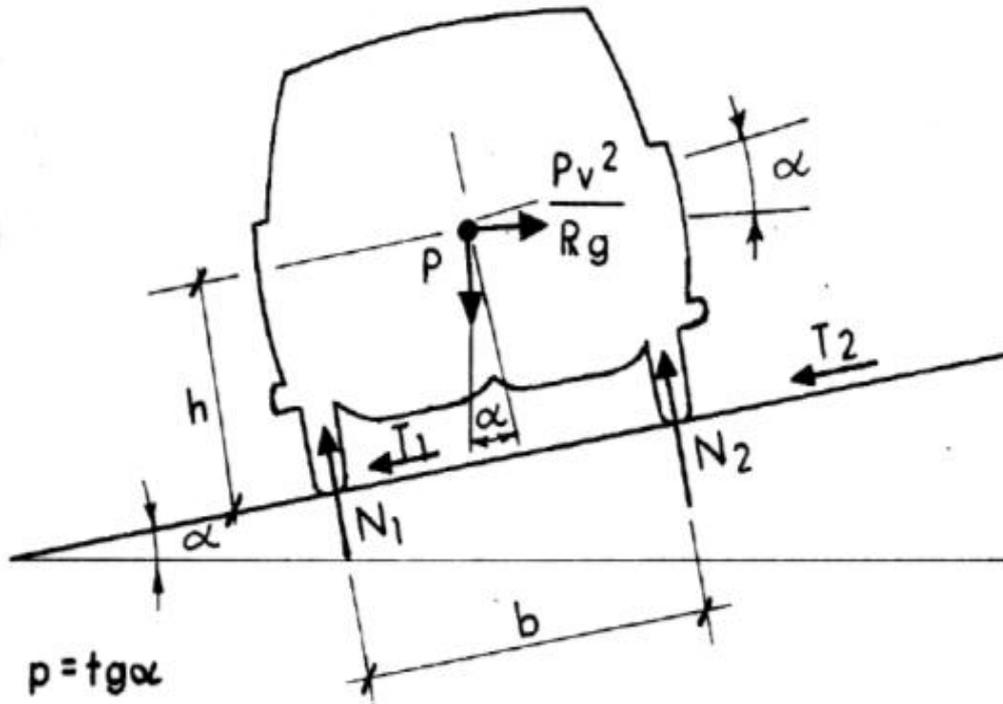
Uno de los parámetros más importantes es la velocidad específica o velocidad del vehículo, la cual se describe a continuación.

a) **Velocidad específica:** Elemento aislado de trazado y que se calcula para cada uno de los pequeños tramos en que ha quedado dividido el trazado. Si se atiende a criterios que marca la Norma de Trazado, se debe diferenciar entre dos grupos de carreteras, puesto que las relaciones entre velocidad específica, radio de curvatura y peralte se definen de forma distinta según si la carretera pertenece a uno o a otro grupo:

- ✓ **Grupo1:** Autopistas, autovías, vías rápidas y carreteras convencionales con velocidad de proyecto de 100 km/h (C-100).
- ✓ **Grupo2:** Carreteras convencionales con velocidades de proyecto inferiores a los 100 km/h (C-80, C-60 y C-40).

Se plantea de nuevo el equilibrio de fuerzas sobre el vehículo durante el giro (en el plano transversal a la trayectoria del mismo), como se muestra en el Gráfico 1.2; la diferencia básica es que en carreteras aparecen unas fuerzas de rozamiento entre las ruedas y el pavimento (T_1 , T_2).

Gráfico N° 3.4.- Equilibrio del vehículo durante el giro en un peralte:



En este caso, la ecuación que marca el equilibrio en el plano de la calzada es:

$$\frac{P \cdot v^2}{g \cdot R} \cdot \cos \alpha + P \cdot \sin \alpha = T_1 + T_2$$

Donde (T_1+T_2) es la fuerza total de rozamiento. Asumiendo que la velocidad máxima en curva viene limitada por la resistencia del vehículo al deslizamiento, podemos expresar esta fuerza total de rozamiento como el producto del peso total del vehículo por el coeficiente de rozamiento transversal movilizado (f_t):

$$T_1 + T_2 = f_t \cdot P$$

La inclinación del plano de la calzada suele tomar valores pequeños, por lo que podemos considerar que $\text{sen} \alpha \approx \alpha \approx \text{tan} \alpha = p$ (peralte). En carreteras, el peralte se define como la

tangente del ángulo de inclinación del plano de la calzada (en tanto por uno). Si lo queremos expresar en %, basta con multiplicar $\tan\alpha$ por 100.

Si asume además que $\cos\alpha \approx 1$ (aproximación que se asume ya implícitamente en la expresión), y si se divide a ambos lados de la ecuación por el peso del vehículo (P), se puede reescribir la expresión del siguiente modo:

$$\frac{v^2}{g \cdot R} + P = f_t$$

De donde se despeja v para encontrar la expresión de la velocidad específica en función del radio, el peralte y el coeficiente de rozamiento transversal movilizado (una vez aplicados los factores de conversión necesarios):

$$V_e = \sqrt{125 \cdot R \cdot \left(f_t + \frac{P}{100}\right)}$$

Siendo:

V_e = velocidad específica, en km/h.

R = radio de la curva, en m.

f_t = coeficiente de rozamiento transversal movilizado.

p = peralte en %.

Como se observa, la velocidad específica es proporcional a \sqrt{R} . En lo sucesivo, se halla una nueva expresión de la velocidad específica en carreteras, debido a que se necesita expresar algunos parámetros en función del radio y la velocidad específica, sin que ello implique que deje de haber una relación de dependencia lineal entre V_e y \sqrt{R} .

A nivel de programación, se requiere obtener la velocidad específica de cada pequeño tramo, del que tan solo se conoce el radio de curvatura (calculado previamente mediante el modelo de reconocimiento de radios). Es decir, que se necesita expresar V_e únicamente en función de R : para ello se ha buscado expresar el resto de variables que intervienen en el cálculo de la velocidad específica (el peralte y el coeficiente f_t) en función del radio R o bien la propia velocidad específica V_e .

b) **Radio de la curva:** El radio es fácilmente relacionable con el peralte, si se atiende a los criterios que marca la Normativa de Trazado:

- *Grupo 1*) Autopistas, autovías, vías rápidas y carreteras C-100:

Cuadro N° 3.11.- Peraltes para carreteras del grupo 1.

$250 < R < 700$	$P=8$
$700 < R < 5000$	$P=8-7,3 (1 - 700/R)^{1.3}$
$5000 < R < 7500$	$P=2$
$7500 < R$	Bombeo

Fuente: Normativa de trazado.

- *Grupo 2*) Carreteras C-80, C-60 y C-40:

Cuadro N° 3.12.- Peraltes para carreteras del grupo 2.

$50 < R < 350$	$P=7$
$350 < R < 2500$	$P=7-6,08 (1 - 350/R)^{1.3}$
$2500 < R < 3500$	$P=2$
$3500 < R$	Bombeo

Fuente: Normativa de trazado.

Siendo:

R = radio de la curva circular (m).

p = peralte (%).

- 1. Radio de curvatura mínimo (RC_{mín}):** El radio mínimo (RC_{mín}) es el valor límite de curvatura para una Velocidad Específica (VCH) de acuerdo con el peralte máximo (e_{máx}) y el coeficiente de fricción transversal máxima (f_{Tmáx}). El Radio mínimo de curvatura solo debe ser usado en situaciones extremas, donde sea imposible la aplicación de radios mayores.

En los Cuadros 3.12 y 3.13 se indican los valores de Radio mínimo para diferentes Velocidades Específicas (VCH) según el peralte máximo (e_{máx}) y la fricción máxima (f_{Tmáx}).

Cuadro N° 3.13.- Radios mínimos para peralte máximo e_{máx} = 8 % y fricción máxima.

VELOCIDAD ESPECÍFICA (V _{CH}) (km/h)	PERALTE MÁXIMO (%)	COEFICIENTE DE FRICCIÓN TRANSVERSAL f _{Tmáx}	TOTAL e _{máx} + f _{Tmáx}	RADIO MÍNIMO (m)	
				CALCULADO	REDONDEADO
40	8,0	0,23	0,31	40,6	41
50	8,0	0,19	0,27	72,9	73
60	8,0	0,17	0,25	113,4	113
70	8,0	0,15	0,23	167,8	168
80	8,0	0,14	0,22	229,1	229
90	8,0	0,13	0,21	303,7	304
100	8,0	0,12	0,20	393,7	394
110	8,0	0,11	0,19	501,5	501
120	8,0	0,09	0,17	667,0	667
130	8,0	0,08	0,16	831,7	832

Fuente: Instituto nacional de vías, Manual de diseño geométrico de carreteras

Cuadro N° 3.14.- Radios mínimos para peralte máximo $e_{m\acute{a}x} = 6 \%$ y fricción máxima.

VELOCIDAD ESPECÍFICA (V_{CH}) (km/h)	PERALTE MÁXIMO (%)	COEFICIENTE DE FRICCIÓN TRANSVERSAL $f_{Tm\acute{a}x}$	TOTAL $e_{m\acute{a}x} + f_{Tm\acute{a}x}$	RADIO MÍNIMO (m)	
				CALCULADO	REDONDEADO
20	6,0	0,35	0,41	7,7	15 ⁽¹⁾
30	6,0	0,28	0,34	20,8	21
40	6,0	0,23	0,29	43,4	43
50	6,0	0,19	0,25	78,7	79
60	6,0	0,17	0,23	123,2	123

⁽¹⁾ La adopción de este valor redondeado se sustenta básicamente en la necesidad de suministrar a los vehículos condiciones de desplazamiento cómodas, en aras de permitir giros sin requerir cambios muy fuertes en su velocidad.

Fuente: Instituto nacional de vías, Manual de diseño geométrico de carreteras

- c) **Coefficiente de rozamiento fricción:** Está determinada por numerosos factores, entre los cuales: el estado de la superficie de rodadura, la velocidad del vehículo y el tipo y condiciones de los neumáticos de los vehículos. El coeficiente de rozamiento transversal movilizado f_t en cada caso, para lo cual se recurre, una vez más, a la Normativa vigente. Ésta sostiene que, para toda curva circular, con el peralte que le corresponde según lo indicado anteriormente, se debe cumplir que, recorrida la curva circular a velocidad igual a la específica, no se sobrepasarán los valores de f_t .

Cuadro N° 3.15.- Coeficiente de fricción transversal máxima

VELOCIDAD ESPECÍFICA V_{CH} (km/h)	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
COEFICIENTE DE FRICCIÓN TRANSVERSAL MÁXIMA $f_{Tm\acute{a}x}$	0.35	0.28	0.23	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.09	0.08

Fuente: Normatividad de trazado.

El cuadro anterior nos muestra los datos de coeficiente de fricción que se utilizan en cada velocidad la cual permitirá obtener los datos de peralta en las curvas muestreadas.

El peralte máximo tendrá como valor máximo normal 8% y para velocidades directrices iguales o mayores a 40 Km./h como valor excepcional 10%. En casos extremos podría justificarse en peralte máximo alrededor de 12% en cuyo caso deberá considerarse un incremento en el ancho de cada carril para evitar que los camiones que circulan en un sentido invadan el carril de sentido contrario.

El siguiente cuadro nos muestra la relación entre los tres factores, velocidad, radio y coeficiente de fricción:

Cuadro N° 3.16.- Relación de los factores

Velocidad directriz (Km/h)	Peralte máximo e(%)	Valor limite de fricción <i>Fmax</i>	Total (e/100+)	Radio calculado (m)	Radio redondeado
15	4.0	0.40	0.44	4.0	4
20	4.0	0.35	0.39	8.1	8
30	4.0	0.28	0.32	22.1	22
40	4.0	0.23	0.27	46.7	47
50	4.0	0.19	0.23	85.6	86
60	4.0	0.17	0.21	135.0	135
70	4.0	0.15	0.19	203.1	203
80	4.0	0.14	0.18	280.0	280

Viene

90	4.0	0.13	0.17	375.2	375
15	6.0	0.40	0.46	3.9	4
20	6.0	0.35	0.41	7.7	8
30	6.0	0.28	0.34	20.8	21
40	6.0	0.23	0.29	43.4	43
50	6.0	0.19	0.25	78.7	79
60	6.0	0.17	0.23	123.2	123
70	6.0	0.15	0.21	183.7	184
80	6.0	0.14	0.20	252.0	252
90	6.0	0.13	0.19	335.7	336
15	8.0	0.40	0.48	3.7	4
20	8.0	0.35	0.43	7.3	7
30	8.0	0.28	0.36	19.7	20
40	8.0	0.23	0.31	40.6	41
50	8.0	0.19	0.27	72.9	73
60	8.0	0.17	0.25	113.4	113
70	8.0	0.15	0.23	167.8	168
80	8.0	0.14	0.22	229.1	229
90	8.0	0.13	0.21	303.7	304
15	10.0	0.40	0.50	3.5	4
20	10.0	0.35	0.45	7.0	7
30	10.0	0.28	0.38	18.6	19
40	10.0	0.23	0.33	38.2	38
50	10.0	0.19	0.29	67.9	68
60	10.0	0.17	0.27	105.0	105
70	10.0	0.15	0.25	154.3	154
80	10.0	0.14	0.24	210.0	210
90	10.0	0.13	0.23	277.3	277
15	12.0	0.40	0.52	3.4	3

Viene

20	12.0	0.35	0.47	6.7	7
30	12.0	0.28	0.40	17.7	18
40	12.0	0.23	0.35	36.0	36
50	12.0	0.19	0.31	63.5	64
60	12.0	0.17	0.29	97.7	98
70	12.0	0.15	0.27	142.9	143
80	12.0	0.14	0.26	193.8	194
90	12.0	0.13	0.25	255.1	255

Fuente: Ministerio de Transporte y Comunicaciones, Manual para el diseño de carreteras pavimentadas de bajo volumen de tránsito.

Tras analizar las condiciones dinámicas a las que se ve sometido un vehículo cuando aborda una curva, queda patente la importancia de los parámetros geométricos de la carretera a la hora de garantizar su estabilidad y, por lo tanto, la seguridad de sus ocupantes.

Los resultados obtenidos en el anterior análisis reflejan una gran importancia del peralte como elemento geométrico que contrarreste la fuerza centrífuga e impida el deslizamiento del vehículo.

Estos datos ayudan al análisis y comparación del peralte obtenido en campo con los normados de acuerdo a lo que indica el Ministerio de Transporte y Comunicaciones y la Norma de Trazado.

Relación entre la Velocidad Específica de la curva horizontal (VCH), el Radio de curvatura (RC) y el Peralte (e):

Cuando un vehículo circula por una curva horizontal a una velocidad dada, el diseño de la vía en dicha curva debe garantizar al conductor un recorrido seguro y confortable. Para lograr

este objetivo es necesario recurrir a las leyes de la física mediante la ecuación de equilibrio que a continuación se expone.

a) Ecuación de equilibrio

Esta ecuación permite definir la relación entre el radio (RC) de la curva horizontal, la Velocidad Específica (VCH), el peralte (e) y la fricción transversal (fT), con la cual se tiene el equilibrio de las fuerzas que participan en la circulación del vehículo en la curva evitando el deslizamiento hacia la parte externa de la curva. La ecuación de la curva es la siguiente:

$$R_C = \frac{V_{CH}^2}{127 \times (e + f_T)}$$

- Donde:
- RC: Radio de la curva circular, en metros.
 - VCH: Velocidad Específica para la que se diseña la curva, en km/h.
 - e: Peralte de la calzada en la curva, porcentaje (%).
 - fT: Coeficiente de fricción transversal.

Valor del Peralte (e) en función de la Velocidad Específica de la curva horizontal (VCH) y el Radio de curvatura adoptado (RC)

Una vez asignada la Velocidad Específica (VCH) a cada curva horizontal y con el Radio de curvatura elegido (RC), que se supone es el que permite ajustar de la mejor manera la trayectoria de la curva a la topografía del terreno, es necesario asignar el

peralte que debe tener dicha curva para que con su Radio (RC) permita que los vehículos puedan circular con plena seguridad a la Velocidad Específica (VCH). Para ello, se ha adoptado el criterio que involucra el principio fundamental de que cuando un vehículo recorre una trayectoria curva, la compensación de la fuerza centrífuga es realizada fundamentalmente por el peralte de la calzada y cuando el peralte ya resulta insuficiente, completa lo requerido para la compensación de la fuerza centrífuga demandando fricción transversal.

3.3.5. Importancia de las carreteras para el desarrollo

En los últimos años, el transporte ha ido cobrando cada vez mayor importancia en los países industrializados, donde se ha convertido en una actividad básica desde el punto de vista económico y social. Una de las principales funciones del transporte es de poner en contacto a consumidores y productores, potenciando la especialización productiva y el acceso de los consumidores a una variedad de productos cada vez mayor y de mejor calidad. A su vez, desde el punto de vista de la sociedad, la importancia que el ocio y las actividades asociadas a él tiene en las sociedades modernas hace del transporte una actividad esencial para el normal desarrollo de las relaciones humanas.

El Perú es uno de los países sudamericanos con menos carreteras pavimentadas y con más carreteras en mal estado. Nuestra densidad de vías pavimentadas por kilómetros cuadrados de superficie está muy por debajo de la media regional, superando sólo a Bolivia en el área andina.

Dado que nuestros recursos son escasos, lo que necesitamos es priorizar la ejecución de los corredores en una secuencia lógica. Esto es muy importante porque las inversiones requeridas en los corredores de integración superan los US\$ 2,500 millones.

La red vial en el Perú está compuesta por más de 78,000 km de carreteras, organizada en tres grandes grupos: las carreteras longitudinales, las carreteras de penetración y las carreteras de enlace. Una característica de las carreteras del Perú con respecto a la de otros países, no solo de Sudamérica sino del mundo, es la falta de señalización y la falta de nombres a las carreteras. Normalmente se utilizan números para nombrar las carreteras en cualquier país.

El país ha crecido constantemente en su economía en los últimos 25 años, este crecimiento debe traducirse en infraestructura para el desarrollo, entre ellos están las carreteras que posibilitan conectar los centros de producción con los mercados locales, regionales y nacionales, posibilitando también el incremento del turismo interno, movilizand o gran número de visitantes en menor tiempo y con mayor confort en el traslado; igualmente permiten que los servicios de salud, educación y la presencia del estado sean mejores y de mayor accesibilidad.

En la región Cusco, también el crecimiento económico debe traducirse en mejoras viales que contribuyen con la dinamización de la economía regional; sin embargo, los programas y proyectos viales deben considerar no solo el marco legal que se menciona en el acápite siguiente, sino los aspectos técnicos que permiten tener vías adecuadas, seguras y con mínimos impactos ambientales.

PROVIAS, es el organismo descentralizado del Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú, este organismo tiene la función de mantener y ampliar dichas vías. Por la calidad y el tipo de vehículos que los recorre podemos clasificarla en 3 categorías: autopistas, carreteras asfaltadas y vías afirmadas:

Las autopistas cuentan con dos carriles principales y uno de seguridad en cada sentido de circulación, separados por una berma y poseen buena señalización.

Puesto que las distancias entre población son distantes, es importante la construcción de redes viales comúnmente llamada carreteras para conectar estas poblaciones, facilitar el desarrollo de las poblaciones y mejorar la calidad de vida, es así que el Ministerio de Transporte y Comunicaciones-MTC, a través de PROVIAS, tiene encargado la construcción, mantenimiento y mejoramiento de las redes viales.

3.4. MARCO LEGAL:

3.4.1. Normatividad general

El marco legal especificado en la presente tesis está referido a la normatividad vigente para la protección del ambiente, los recursos naturales, la diversidad biológica, el patrimonio cultural y los derechos sociales.

a) Constitución Política del Perú

La Constitución Política del Perú en el Artículo 2º, sobre los derechos fundamentales de la persona, señala que la persona tiene el derecho de gozar de un ambiente

equilibrado y adecuado para desarrollo de su vida. Igualmente, en los artículos 66, 67, 68 y 69, señala que los recursos naturales renovables y no renovables son patrimonio de la Nación, promoviendo el Estado el uso sostenible de estos, así como, la preservación de la diversidad biológica y de las áreas naturales protegidas.

b) Ley N° 28611, Ley General del Ambiente

Ley General del Ambiente N° 28611, contiene dispositivos que norman y regulan las actividades ambientales en el país en cuanto a: Derechos y Principios, Política Nacional del Ambiente y gestión Ambiental, de los Sujetos de la gestión Ambiental, la Integración de la Legislación Ambiental, las Responsabilidades por Daño Ambiental.

c) Ley N° 27446, Ley del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental

Tiene por finalidad la creación del Sistema de Evaluación del Impacto Ambiental, como un sistema único y coordinado de identificación, prevención, supervisión, control y corrección anticipada de los impactos ambientales negativos derivados de las acciones humanas expresadas por medio de proyectos de inversión.

d) Ley N° 26786, Ley de Evaluación de Impacto Ambiental para Obras y Actividades

Establece que la autoridad sectorial competente sobre las actividades a desarrollar en su sector, que por su riesgo ambiental, pudieran exceder los niveles o estándares

tolerables de contaminación o deterioro del ambiente, las que obligatoriamente deberán presentar estudios de impacto ambiental previos a su ejecución y sobre los límites máximos permisibles de impacto ambiental acumulado. También establece que en casos de peligro grave o inminente para el medio ambiente, la Autoridad Sectorial Competente podrá disponer la adopción de una de las siguientes medidas de seguridad por parte del titular de la actividad.

e) Ley N° 27117, Ley General de Expropiaciones

Establece que la expropiación consiste en la transferencia forzosa del derecho de propiedad privada, autorizada únicamente por ley expresa del Congreso en favor del Estado, a iniciativa del Poder Ejecutivo, Regiones o Gobiernos Locales y previo pago en efectivo de la indemnización justipreciada que incluya compensación por el eventual perjuicio.

f) Ley N° 28245, Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental

Acentuando la importancia del desarrollo sostenible, el Gobierno Peruano ha aprobado la Ley No. 28245, Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental para orientar, integrar, coordinar, supervisar, evaluar, y garantizar la aplicación de las políticas, planes, programas y acciones destinados a la protección del ambiente y contribuir a la conservación y uso sostenible de los recursos naturales. Esto incluye la coordinación y cooperación entre las entidades del gobierno en todos los niveles— nacional, regional, y local.

g) Ley N° 27181, Ley General Transportes

La Ley N° 27181, establece en el Artículo 4° que el Estado procura la protección de los intereses de los usuarios, el cuidado de la salud y seguridad de las personas y el resguardo del medio ambiente, así mismo, en el Artículo 6° nos indican que, cuando la corrección de costos no sea posible, aplica restricciones administrativas para controlar la congestión vehicular y garantizar la protección del ambiente, la salud y la seguridad de las personas.

En el Artículo 7° establece que los medios de transporte que muestren mayor eficiencia en el uso de la capacidad vial o en la preservación del ambiente son materia de un trato preferencial de parte del Estado.

h) Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial

Aprobado por el D.S. N°034-2008-MTC, el presente reglamento define las pautas para las normas técnicas de planificación, estudios, diseños, construcción y mantenimiento de la infraestructura vial a nivel nacional, para su óptima administración acorde a los objetivos previstos en la ley

i) Ley N° 26834, Ley de Áreas Naturales Protegidas

Se convierte en un instrumento central para la decisión en el manejo de los ecosistemas, sobre todo relacionados con la gestión y conservación de las Área Naturales Protegidas. Adicionalmente en lo relativo a los parques nacionales, como en todos los casos, el carácter de intangibilidad no implica que no puedan realizarse

intervenciones, en el área con fines de manejo para asegurar la conservación de aquellos elementos de la diversidad biológica, que así lo requieran específicamente.

j) Ley N° 26821, Ley Orgánica para el Aprovechamiento Sostenible de los Recursos Naturales

Esta Ley, norma el régimen de aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, estableciendo un marco adecuado para el fomento a la inversión, procurando un equilibrio dinámico entre el crecimiento económico, la conservación de los recursos naturales y del ambiente y, el desarrollo integral de la persona humana.

k) Ley N° 21147, Ley Forestal y de Fauna Silvestre

La Ley N° 21147 en su Artículo 15° define a los Parques Nacionales como áreas destinadas a la protección con carácter de intangible, de las asociaciones naturales de flora y fauna silvestre y de las bellezas paisajísticas que contiene.

l) Reglamento de Unidades de Conservación

El Decreto Ley N° 21147 en sus Artículos 4° y 5° establece la intangibilidad de las asociaciones naturales de flora y fauna silvestre y de las bellezas paisajistas, prohibiendo todo aprovechamiento directo de los recursos naturales, así como, el asentamiento de grupos humanos.

**o) Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido,
Decreto Supremo N° 085-2005-PCM**

Los estándares primarios de calidad ambiental para ruido establecen los niveles de máximos de ruido en el ambiente que no deben excederse para proteger la salud humana.

Cuadro N° 3.17.- Estándares nacionales de calidad ambiental para ruido.

ANEXO N° 1		
ESTÁNDARES NACIONALES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA RUIDO		
ZONAS DE APLICACIÓN	VALORES EXPRESADOS EN LAeqt	
	HORARIOS	HORARIOS
	DIURNOS	NOCTURNOS
Zonas de Protección Especial	50	40
Zona Residencial	60	50
Zonas Comerciales	70	60
Zonas Industriales	80	70

Fuente: Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido, Decreto Supremo N° 085-2005-PCM.

**p) Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire,
Decreto Supremo No 074-2001-PCM**

Los estándares primarios de calidad ambiental para el aire establecen los niveles máximos de concentraciones de los contaminantes en el ambiente que no deben excederse para proteger la salud humana.

Cuadro N° 3.18.- Estándares nacionales de calidad ambiental del aire.

Contaminantes	Periodo	Forma del Estándar		Método de Analisis ¹
		Valor	Formato	
Dióxido de Azufre (SO ₂)	Anual	80	Media aritmética anual	Fluorescencia UV (método automático)
	24 horas	365	NE más de 1 vez al año	
Material Particulado con diámetro menor o igual a 10 micrómetros (PM-10)	Anual	50	Media aritmética anual	Separación inercial/filtración (Gravimetría)
	24 horas	150	NE más de 3 veces al año	
Monóxido de Carbono (CO)	8 horas	10000	Promedio móvil	Infrarrojo no dispersivo (NDIR) (método automático)
	1 hora	30000	NE más de 1 vez al año	
Dióxido de Nitrógeno (NO ₂)	Anual	100	Promedio aritmético anual	Quimiluminiscencia (método automático)
	1 hora	200	NE más de 24 veces al año	
Ozono (O ₃)	8 horas	120	NE más de 24 veces al año	Fotometría UV (método automático)
Plomo (Pb)	Anual ²			
	Mensual	1.5	NE más de 4 veces al año	Método para PM10 (Espectrofotometría de absorción atómica)
Sulfuro de Hidrógeno (H ₂ S)	24 horas ²			Fluorescencia UV (método automático)
¹ O método equivalente aprobado				
² A determinarse según lo establecido en el Artículo 5 del presente reglamento.				

Fuente: Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido, Decreto Supremo N° 085-2005-PCM.

NE: significa no exceder

Cuadro N° 3.19.- Del reglamento presenta los valores de tránsito.

Contaminantes	Periodo	Forma del Estándar		Método de Análisis
		Valor	Formato	
Dióxido de Azufre (SO ₂)	Anual	100	Media aritmética anual	Fluorescencia UV (método automático)
Material Particulado con diámetro menor o igual a 10 micrómetros (PM-10)	Anual	80	Media aritmética anual	Separación inercial/filtración (Gravimetría)
	24 horas	200	NE más de 3 veces al año	
Dióxido de Nitrogeno (NO ₂)	1 hora	250	NE más de 24 veces al año	Quimiluminiscencia (método automático)
Ozono (O ₃)	8 horas	160	NE más de 24 veces al año	Fotometría UV (método automático)

Fuente: Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido, Decreto Supremo N° 085-2005-PCM

Cuadro N° 3.20.- Del reglamento presenta los valores referenciales de material particulado con diámetro menor o igual a 2.5 micrómetros (pm-2.5).

Contaminantes	Periodo	Valor	Método de Analisis ¹
Material Particulado con diámetro menor o igual a 2.5 micrómetros (PM-2.5)	Anual	15	Separación inercial/filtración (Gravimetría)
	24 horas	65	

Fuente: Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido, Decreto Supremo N° 085-2005-PCM.

q) Límites Máximos Permisibles de emisiones Contaminantes para Vehículos Automotores que Circulan en la Red Vial, Decreto Supremo No 047-2001-MTC

El reglamento establece los valores de los Límites Máximos Permisibles (LMPs) de emisiones Contaminantes para Vehículos Automotores que Circulan en la Red Vial.

r) Ley N° 29338, Ley General de Recursos Hídricos

La Artículo 79° establece que, la Autoridad Nacional autoriza el vertimiento del agua residual tratada a un cuerpo natural de agua continental o marina, previa opinión técnica favorable de las Autoridades Ambiental y de Salud sobre el cumplimiento de los Estándares de Calidad Ambiental del Agua (ECA-Agua) y Límites Máximos Permisibles (LMP). Queda prohibido el vertimiento directo o indirecto de agua residual sin dicha autorización.

En caso de que el vertimiento del agua residual tratada pueda afectar la calidad del cuerpo receptor, la vida acuática asociada a este o sus bienes asociados, según los estándares de calidad establecidos o estudios específicos realizados y sustentados científicamente, la Autoridad Nacional debe disponer las medidas adicionales que hagan desaparecer o disminuyan el riesgo de la calidad del agua, que puedan incluir tecnologías superiores, pudiendo inclusive suspender las autorizaciones que se hubieran otorgado al efecto. En caso de que el vertimiento afecte la salud o modo de vida de la población local, la Autoridad Nacional suspende inmediatamente las autorizaciones otorgadas.

Corresponde a la autoridad sectorial competente la autorización y el control de las descargas de agua residual a los sistemas de drenaje urbano o alcantarillado.

s) Ley de Control y Vigilancia de las Actividades Marítimas, Fluviales y Lacustres, Ley N° 26620

La Ley regula los aspectos de control y vigilancia a cargo de la Autoridad Marítima respecto de las actividades que se desarrollan en los ámbitos marítimo, fluvial y lacustre del territorio de la República.

t) Resolución Directoral N° 0178-96-Dirección General de Capitanía y Guardacostas

La Resolución Directoral N° 0178-96-Dirección General de Capitanía y Guardacostas establece norma para el cambio del agua de lastre de las embarcaciones procedentes directamente del extranjero.

u) Resolución Legislativa 26253 de Diciembre 2 de 1993 por la que se aprueba el Convenio 169 sobre Pueblos Indígenas y Tribales en Países Independientes. Ratificada Febrero 2 de 1994.

La convención No. 169 de la OIT es un instrumento comprensivo que cubre una gama de los temas que pertenecen a pueblos indígenas, incluyendo los derechos territoriales, acceso a los recursos naturales, patrimonio cultural, salud, educación, capacitación profesional, condiciones del empleo y contactos a través de las fronteras. Quizás uno de los aspectos más importantes y más fundamentales de la convención No. 169 es su reconocimiento de la necesidad de adoptar medidas especiales para tratar la especificidad cultural de los pueblos indígenas y tomar en cuenta sus prácticas e instituciones tradicionales, con particular referencia a la educación, administración de la justicia, consulta pública, y procesos generales del desarrollo.

v) Ley N° 24656, Ley General de las Comunidades Campesinas

Artículo 1° el estado garantiza, la integridad del derecho de propiedad del territorio de las Comunidades Campesinas.

Artículo 3° establece los principios tales como Igualdad de derechos y obligaciones de los comuneros, la defensa del equilibrio ecológico, la preservación y el uso racional de los recursos naturales y defensa de los intereses comunes.

w) Ley 27117, Ley General de Expropiaciones

- **Resolución Directoral N0 006-2004-MTC/16**

Norma la consulta y participación ciudadana en el proceso de evaluación socio ambiental en proyectos de infraestructuras de transporte.

- **Resolución Directoral N0 007-2004-MTC/16**

Contiene las directrices para la elaboración y aplicación de Planes de Compensación y Reasentamiento Involuntario (PACRI) para los Proyectos de Infraestructura de Transporte.

x) Ley N° 28296 -Ley General del Patrimonio Cultural

(Deroga a la Ley N° 24047) Es sin duda, uno de las principales leyes que permiten el cuidado del patrimonio nacional cultural y que se puede ver comprometido por las actividades del hombre.

y) Ley N° 27314 -Ley General de Residuos Sólidos

Esta norma establece los derechos, obligaciones, atribuciones y responsabilidades de la sociedad en su conjunto, para asegurar una gestión y manejo de los residuos sólidos, sanitaria y ambientalmente adecuada, con sujeción a los principios de minimización, prevención de riesgos ambientales y protección de la salud y el bienestar de la persona humana, tendrán su propia realización según las tendencias y procesos generados en el ámbito de intervención.

CAPITULO IV: ANALISIS Y RESULTADOS

4.1. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

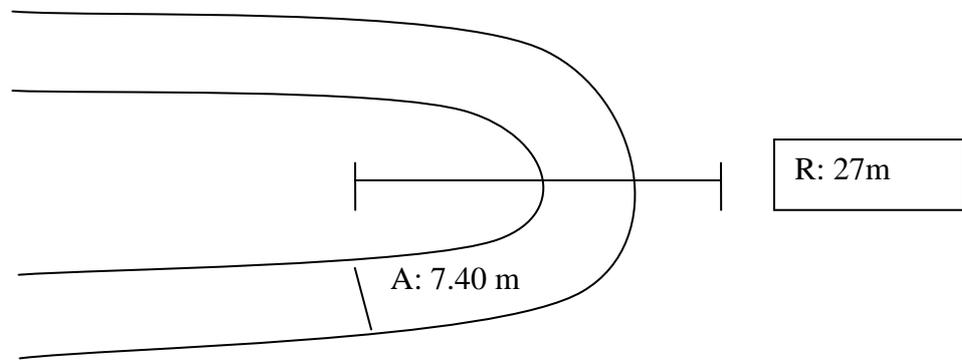
4.1. 1. Análisis de los resultados en peralte

De conformidad a la metodología explicada para calcular el peralte, efectuando las mensuraciones en campo y empleando la ecuación para su respectivo cálculo, han sido evaluados tanto la pendiente en las curvas, el radio de las curvas y el ancho de la plataforma vial, en 10 curvas en “c” y “u” a lo largo del tramo de estudio; la información se halla georeferenciada y se comparan los datos calculados según a la ecuación empleada y la información obtenida en las evaluaciones de campo.

A manera de ejemplo se determina el peralte para la primera curva:

Se encuentra en el Km. 131, a una altitud de 4,316 m.s.n.m., con las siguientes coordenadas: 18L 0783550 Y UTM 8546210, en el cuadro siguiente contiene las mediciones de la curva, datos de peralte, radio de la curva y ancho de la vía.

Descripción	Datos
Pendiente del peralte	9-9.5 %
Ancho de la vía (A)	7.40 m
Radio (R)	27 m



Teniendo los datos necesarios, se verifica por medio de la fórmula el peralte adecuado para la curva, con las características y datos tomados en campo; cabe mencionar que el tramo no cuenta con la señalización de la velocidad, es por ello que se realizó un cálculo de la velocidad y coeficiente de rozamiento para este tramo según la información sobre peralte.

$$Ve^2 = 127 * R \left(ft + \frac{p}{100} \right)$$

V = Velocidad especifica

R = Radio

ft = Coeficiente de rozamiento transversal

p = Peralte

Teniendo los siguientes datos $Ve= 30$, $R= 27$, $ft= 0.180$, se calcula el peralte:

Remplazando:

$$30^2 = 127 * 27 \left(0.180 + \frac{p}{100} \right)$$

$$900 = 3429 \left(\frac{18 + p}{100} \right)$$

$$900 = \frac{61722 + 3429 p}{100}$$

$$90000 - 61722 = 3429p$$

$$p = 8.25 \%$$

Empleando la misma metodología los siguientes cuadros muestran los cálculos efectuados para los peraltes en el tramo de estudio considerando la información obtenida en campo y la aplicación de la ecuación correspondiente.

Cuadro N°4.1.- Cálculo del peralte para las curvas en el tramo de estudio comparado con el peralte medido en campo.

Datos medidos en campo						Peralte optimo calculado (%)	Observaciones
Curva N°	Coordenadas		Ancho de la vía en m (A)	Radio de la curva en m (R)	Peralte medido (%)		
	UTM	18L					
1	8546210	0789550	7.40	27	9	8.25	-Falta señalización al ingresar a la curva.
2	8547568	0789138	7.28	27.40	9	7,86	-Falta señalización al ingresar a la curva.
3	8547568	0789134	7.28	27.40	9	7.86	-Falta señalización al ingresar a la curva.
4	8547662	0789064	9.50	26.70	9.5	8.54	-Falta señalización al ingresar a la curva.

Viene

5	8550932	0789034	7.28	22	8	14.21	-Falta señalización al ingresar a la curva. -Mal diseño del peralte
6	8550989	0788420	7.28	26.5	6	9.23	-Falta señalización al ingresar a la curva.
7	8551053	0788424	7.28	28.6	6	8.47	-Falta señalización al ingresar a la curva.
8	8551398	0788410	8.5	29	4	8.83	-Falta señalización al ingresar a la curva.
9	8551424	0788387	8	24.5	5	10.9	-Falta señalización al ingresar a la curva.
10	8552056	0788344	7.28	25	9	10.34	-Falta señalización al ingresar a la curva.

Fuente: elaboración propia en base a mediciones en campo.

* El peralte óptimo calculado es el resultado de la aplicación de la ecuación con los datos obtenidos por la medición en campo.

Cuadro N°4.2.- Comparación del peralte medido en campo con el cálculo del peralte óptimo.

Curva N°	PERALTE MEDIDO EN CAMPO	PERALTE OPTIMO CALCULADO
Primera	9%	8.25%
Segunda	9%	7.86%
Tercera	9%	8.54%
Cuarta	9.5%	14.69%
Quinta	8%	14.21%
Sexta	6%	9.23%
Séptima	6%	8.47%
Octava	4%	8.83%
Novena	5%	10.9%
Decima	9%	10.34%

Fuente: elaboración propia en base a las mediciones en campo.

De los cuadros anteriores, se desprende lo siguiente; que de acuerdo a los datos obtenidos en campo se calcula el peralte en cada curva medida y se realiza la comparación tal como se muestra en el cuadro anterior, con cada una de las mediciones se observa que en un 100% el peralte de las curvas medidas son diferentes a los datos calculados.

De otro lado se observa que todas las curvas presentan un peralte inadecuado, usualmente menor al peralte obtenido; igualmente las curvas no presentan una adecuada señalización preventiva ni informativa respecto a la velocidad de acceso a la curva.

Los cuatro peraltes medidos en las primeras cuatro curvas tiene un porcentaje superior al optimo, sin embargo, seis peraltes se hallan muy por debajo de lo optimo, hecho que generaría que los vehículos que ingresan a una velocidad mayor a lo recomendado, podría ser impulsado por la fuerza centrífuga provocando accidentes.

4.1. 2. Análisis de los resultados en taludes

El manejo de los taludes tiene enorme importancia en la gestión de las vías, pues evitan los deslizamientos, hundimientos, desprendimientos de rocas y sedimentos con el consiguiente deterioro de la plataforma de la vía, cunetas y otras obras; consecuentemente un talud con pendiente adecuada servirá de protección y evitará gastos en mantenimiento.

El siguiente cuadro muestra las características de los taludes mensurados en campo y que generan problemas viales que requieren atención prioritaria

Cuadro N°4.3.- Mensuración de los taludes más riesgosos en el tramo de estudio.

TALUD N°	PROGRESIVA	ALTITUD (m.s.n.m.)	COORDENADAS		LONGITUD (m)	PENDIENTE (g)	OBSERVACIONES
			UTM	18L			
1	Km. 130+000	4,333	8546204	0792341	27	80	-La cuneta y parte de la plataforma vial se encuentra con material rocoso y sedimentos. - Falta de señalización.
2	Km. 130+080	4,333	8546204	0792341	47	75 y 80	-La cuneta y parte de la plataforma vial se encuentra con material rocoso y sedimentos
3	Km. 132+933	4,241	8546421	0791721	55	80 y 85	-Se encuentra una pendiente muy alta y material deleznable
4	Km. 140+134	3,817	8547671	0791458	53	67	-Falta de señalización.
5	Km. 141+800	3,780	8547949	0789211	51	82	Mayor desprendimiento de material rocoso y sedimentos
6	Km. 143+300	3,764	8547866	0788442	118	80 y 85	-Falta de señalización.
							-Falta de señalización.

Viene

7	Km. 143+350	3,730	8547870	0788842	65	65	
8	Km. 147+550	3,543	8548969	0789783	272	61	-Vegetación mínima y de corto tallo. -Falta de señalización.
9	Km. 149+800	3,474	8549058	0786397	136	82	-Se encuentra también reducción de la plataforma vial en la margen izquierda aguas abajo. -La longitud del talud bordea una curva. -Los vehículos invaden otro carril. -Falta de señalización.
10	Km. 150+200	3,465	8549183	0785765	137	69	-Falta de señalización.
11	Km. 151+100	3,369	8550062	0785580	166	78	-Falta de señalización.
12	Km. 151+900	3,358	8550336	0784723		87	-Se encuentra también reducción de la plataforma vial en la margen izquierda aguas abajo. -Los vehículos invaden otro carril.
							-Se encuentra también reducción de la

Viene

13	Km. 153+850	3,239	8551431	0784361	293	78	plataforma vial en la margen izquierda aguas abajo. -Los vehículos invade el carril opuesto.
14	Km. 154+00	3,195	8552010	0783120	154	78	-Falta de señalización.
15	Km. 155+00	3,172	8551997	0783564	120	82	-Falta de señalización.
16	Km. 156+400	3,872	8552156	0783855	80	85	-Falta de señalización.
17	Km. 158+700	3,045	8552777	0784590	150	79.5	-El talud presenta aguas superficiales transcurriendo por la pendiente, mínima vegetación y deslizamiento de material rocoso y sedimentos.
18	159+000	2,999	8552788	0783792	132	68	-Deslizamiento de material rocoso, sedimentos y vegetación. -Falta de señalización.

Fuente: elaboración propia en base a las mediciones en campo.

De la información mostrada en el cuadro precedente y corroborado con las fotografías, se observa que no presenta un manejo adecuado de taludes, puesto que estos se hallan con pendientes superiores a los recomendados para suelos, sedimentos y rocas inestables, fracturadas y con alto grado de cizallamiento, consecuentemente generan problemas de alto costo en el mantenimiento de la vía y de las cunetas generando retrasos en la transitabilidad vehicular.

Todas las pendientes son superiores a 60°; mas del 72 % de los taludes presentan pendientes superiores a 70°; considerando la naturaleza de rocas y sedimentos frágiles, la falta de cobertura vegetal y la ausencia de cunetas de coronación, constituyen acciones de alto riesgo que genera deterioro en la vía con el consiguiente gasto en su mantenimiento.

4.1.3. Análisis de pontones y badenes

El sistema de drenaje en una vía como el tramo carretero en estudio, está formado por diversas estructuras que sirven para conducir aguas pluviales, aguas de escorrentía y aguas provenientes de otros usos; entre estas estructuras se hallan los pontones que permiten no solo el drenaje del agua sino evita que el vehículo ingrese al curso de agua o se construya un badén.

En el tramo de estudio se observaron 37 pontones que constituyen parte del sistema de drenaje y evita que lo vehículos atraviesen por el curso de agua.

Los pontones tienen el diámetro adecuado y está constituido de acero y concreto de alta resistencia además tiene una lengüeta adecuada para evacuar el agua con una presión mínima a efecto de evitar la erosión y disipar la velocidad.

Uno de los problemas observados es la acumulación de sólidos de arrastre que en temporada de lluvias llegan a obstruir los ductos generando deterioro tanto en la cuneta que colecta el agua como el propio pontón.

De otro lado, se tiene dos badenes en regular estado de conservación, sin embargo requieren constante mantenimiento especialmente en la época de precipitación pluvial debido a que los cursos de agua arrastran rocas y sedimentos producto de la erosión y que son acumulados en la vía carrosable.

Finalmente, existe un puente sobre el río La Sirena en adecuado estado de conservación.

4.1.4. Análisis de resultados en caudal de los riachos y ríos

Para su cálculo se utilizaron los métodos convencionales para la determinación del caudal pequeños cursos de agua que cortan la vía en el tramo de estudio, se evaluaron catorce riachos y dos ríos cuyas mediciones se detallan a continuación.

Cuadro N°4.4.- Caudal de los riachos en el ámbito de estudio en época secas.

Riacho N°	Nombre del riacho	Altitud (m.s.n.m)	Coordenadas		Caudal (m ³ /s)	Método utilizado	Observaciones
			UTM	18L			
1	S/N	4,229	8546476	0791640	0.01343	Cubo	Curso de agua temporal
2	S/N	3,669	8548033	0789601	0.0922	Cubo	Curso de agua temporal
3	Kambachayoq	3,527	8548821	0787121	0.02922	Cubo	Curso de agua temporal
4	S/N	3,589	8548508	0788407	0.01131	Cubo	Curso de agua temporal

Viene

5	Kachay	3,631	8548594	0788358	0.03471	Cubo	Curso de agua temporal
6	Kambachayoq	3,633	8548771	0788705	0.03225	Cubo	Curso de agua temporal
7	S/N	3,716	8547928	0789893	0.209	Flotador	Curso de agua permanente
8	S/N	3,390	8549009	0786098	0.03236	Cubo	Curso de agua temporal
9	S/N	3,350	8550336	0784361	0.02463	Cubo	Curso de agua temporal
10	S/N	3,347	8550346	0784351	0.01613	Cubo	Curso de agua temporal
11	S/N	3,339	8550366	0784341	0.027027	Cubo	Curso de agua temporal
12	Sirenachayoc	3,337	8550370	0784358	0.02125	Cubo	Curso de agua temporal
13	S/N	3,249	8551423	0783128	0.01567	Cubo	Curso de agua temporal
14	S/N	3,239	8551431	0783120	0.02460	Cubo	Curso de agua temporal
15	S/N	3,134	8552078	0784620	0.42646	Flotador	Curso de agua permanente
16	Sirena	3,004	8552456	0784798	0.496152	Flotador	Curso de agua permanente

Fuente: elaboración propia en base a las mediciones en campo.

S/N: Sin Nombre.

Haciendo una evaluación de datos sobre la precipitación y el caudal se tiene que en época de creciente el caudal de los cursos de agua se incrementa hasta 46 veces más, entonces, haciendo los cálculos se tiene el siguiente cuadro:

Cuadro N° 4.5.- Caudal de los riachos en el ámbito de estudio en época creciente ó de lluvias.

Riacho N°	Nombre del riacho	Altitud (m.s.n.m)	Coordenadas		Caudal (m ³ /s)	Observaciones
			UTM	18L		
1	S/N	4,229	8546476	0791640	0.61778	
2	S/N	3,669	8548033	0789601	0.42412	
3	Kambachayoq	3,527	8548821	0787121	1.34412	
4	S/N	3,589	8548508	0788407	0.52026	
5	Kachay	3,631	8548594	0788358	1.59666	
6	Kambachayoq	3,633	8548771	0788705	1.48350	
7	S/N	3,716	8547928	0789893	9.61400	Los cálculos son efectuados en base a la fluctuación entre los periodos de lluvias y la temporada seca.
8	S/N	3,390	8549009	0786098	1.48856	
9	S/N	3,350	8550336	0784361	1.13298	
10	S/N	3,347	8550346	0784351	0.74198	
11	S/N	3,339	8550366	0784341	1.243242	
12	Sirenachayoc	3,337	8550370	0784358	0.97750	
13	S/N	3,249	8551423	0783128	0.72082	
14	S/N	3,239	8551431	0783120	1.13160	
15	S/N	3,134	8552078	0784620	19.61716	
16	Sirena	3,004	8552456	0784798	22.82299	

Fuente: elaboración propia en base a las mediciones en campo.

Cuadro N° 4.6.- Comparación del caudal en la etapa de sequias y lluvias

Riacho N°	Nombre del riacho	Caudal (m^3/s)	
		Temporada secas	Temporada de lluvias
1	S/N	0.01343	0.61778
2	S/N	0.0922	0.42412
3	Kambachayoq	0.02922	1.34412
4	S/N	0.01131	0.52026
5	Kachay	0.03471	1.59666
6	Kambachayoq	0.03225	1.48350
7	S/N	0.209	9.61400
8	S/N	0.03236	1.48856
9	S/N	0.02463	1.13298
10	S/N	0.01613	0.74198
11	S/N	0.027027	1.243242
12	Sirenachayoc	0.02125	0.97750
13	S/N	0.01567	0.72082
14	S/N	0.02460	1.13160
15	S/N	0.42646	19.61716
16	Sirena	0.496152	22.82299

Fuente: elaboración propia en base a las mediciones en campo.

4.1.5. Identificación y Evaluación de Impactos Ambientales

A lo largo del tramo se identificaron y evaluaron las actividades que están causando problemas de inestabilidad en la plataforma vial, deslizamiento de rocas y sedimentos, relleno de las cunetas con rocas y sedimentos, reducción de la plataforma vial por erosión, etc. A continuación se muestra las matrices utilizadas para la evaluación de los impactos.

A) TIPOLOGÍA DE IMPACTOS

Cuadro N° 4.7.- Sostenibilidad de las acciones del proyecto en la etapa de funcionamiento.

Actividades	Comentarios	Valoración	TIPOLOGÍA DEL IMPACTO				
			1	2	3	4	5
Mantenimiento de la carpeta de rodadura.	Escasa atención, solo se ejecuta una vez deteriorada.	03	Negativo	Bajo	Temporal	Recuperable	Moderado
Flujo de transporte fluido.	La carretera es de tránsito alto, se conduce desde autos, buses, camiones y maquinaria pesada.	08	Positivo	Alto	Permanente	Recuperable	Moderado
Generación de ruidos y vibraciones.	Por lo sinuoso de la carretera, la falta de señalización adecuada, las pendientes, los vehículos usan la bocina o claxon y los vehículos pesados usan velocidades bajas generando ruidos.	02	Negativo	Alto	Permanente	Mitigable	Critico
Generación de PTS y gases tóxicos.	La propia combustión interna del motor de los vehículos especialmente la del Diesel y la falta de mantenimiento de la carpeta de rodadura produce el polvo fugitivo que afecta a personas y en épocas de secas cubre la superficie foliar de las plantas.	03	Negativo	Mínimo	Permanente	Mitigable	Moderado

Vien

Cortes, taludes e inestabilidad.	Las pendientes son demasiadas altas, considerando la geología inestable provoca deslizamientos e inestabilidad.	02	Negativo	Alto	Temporal	Reversible	Severo
Manejo de drenaje (alcantarillas, badenes, cunetas de coronación, cunetas laterales, pontones)	En el tramo sólo se observa una pequeña cuneta de coronación, las cunetas laterales se hallan poco mantenidas, los pontones en buen estado.	07	Positivo	Mínimo	Permanente	Mitigable	Critico
Ausencia de manejo de micro-cuencas	En el tramo existen 16 cursos de agua que en época de precipitación y debido a la pendiente son torrentosos y de alto caudal que generan erosión con arrastre de grandes volúmenes de sólidos que obstruyen y destruyen la carpeta asfáltica, cunetas y producen socavamiento de la vía.	02	Negativo	Muy alto	permanente	Mitigable	Critico
Señalización inadecuada	Existe escasa y precaria señalización informativa y preventiva, tomando en cuenta que el tramo es una zona de constante neblina, alta precipitación y sinuosa, es imprescindible la señalización tanto horizontal como vertical a efecto de evitar accidentes.	03	Negativo	Muy alto	Permanente	Mitigable	Severo

Viene

Inadecuado peralte	Más del 95% de las curvas en “U” no tienen el peralte adecuado ni el radio de curva óptimo, tampoco la distancia o recta vial recomendada; también carecen de señalización pertinente, provocando invasión del carril contrario o que el vehículo sea impelido por la fuerza centrífuga.	02	Negativo	Muy alto	Permanente	Mitigable	Severo
Efecto barrera	Con alto impacto para mamíferos como el oso de anteojos, puma, zorro andino, venado enano, reptiles, batracios e insectos; no existen pasos para el movimiento, migración, búsqueda de alimentos, apareamiento, nidificación, etc.	02	Negativo	Alto	Permanente	Mitigable	Moderado
Carencia de tratamiento físico de taludes.	Inexistencia de terraplenes, banquetas, muros de contención, cunetas de coronación.	03	Negativo	Bajo	Temporal	Reversible	Moderado
Vegetación escasa.	La ausencia de cobertura vegetal genera erosión y arrastre de sólidos a la vía con deterioro de la infraestructura.	03	Negativo	Alto	Temporal	Reversible	Severo

Fuente: Elaboración propia en base a observaciones en campo.

LEYENDA

TIPOLOGÍA DEL IMPACTO O ESCALA DE VALORACIÓN	CUANTIFICACIÓN O VALORACIÓN EN LA ESCALA
1: Por las variables de la calidad ambiental (CA)	- Positivo, Negativo.
2: Por la intensidad (grado de destrucción)	-Muy alto, Mínimo, Bajo.
3: Por su persistencia.	-Temporal, Permanente.
4: Por su capacidad de recuperación.	-Irreversible, Reversible, Mitigable, Irrecuperable, Recuperable.
5: Por la necesidad de aplicación de medidas correctivas.	-Crítico, Severo, Moderado.

ESCALA DE VALORIZACIÓN	
Muy favorable:	10-08
Favorable:	07-06
Sin efecto:	05-04
Desfavorables:	03-01

Haciendo un análisis sobre la tipología de impactos, mostrado en el cuadro anterior se colige que de las doce actividades analizadas en la etapa de funcionamiento, diez son desfavorables y sólo dos se califican como favorables y muy favorables. Esto implica que se hace imprescindible introducir acciones correctivas a efectos de mantener en óptimas condiciones la operación de la vía.

De otro lado, por la valoración de la calidad ambiental que es calificada como positivo y negativo; diez acciones constituyen negativas y sólo dos son positivas, lo que significa que los recursos naturales y sobre todo los componentes de la biodiversidad son afectados.

Referente al grado de destrucción de las acciones, ocho de las doce acciones se califican entre alto y muy alto, esto significa que la intensidad del impacto es fuerte y considerada.

En cuanto a la persistencia de los impactos evaluados, ocho son de carácter permanente y cuatro de carácter temporal.

Con respecto a la capacidad de recuperación de los impactos analizados, tres son reversibles, siete son mitigables y dos son recuperables. Estos resultados evidencian que todas las acciones que generan impactos pueden ser revertidas si se introducen con oportunidad acciones correctivas.

Finalmente desde el punto de vista de la introducción de medidas correctivas, cuatro de las acciones son severas, tres son tipificados como críticas, cinco son moderados; por lo tanto, las acciones severas y críticas son las que deberían tener prioridad en su manejo.

Cuadro N° 4.8.- Resumen de la tipología de impactos de las acciones en la etapa de operación de la vía.

TIPOLOGÍA DE IMPACTOS	RESULTADO EN LA ESCALA DE VALORACIÓN		
	Desfavorables	Favorable	Muy favorable
Valoración			
N° de acciones	10	01	01
Por la Calidad Ambiental	Positivo	Negativo	
N° de acciones	02	10	
Por la intensidad	Alto y muy alto	Mínimo	Bajo
N° de acciones	08	02	02
Por su persistencia	Permanente	Temporal	
N° de acciones	08	04	
Por su capacidad de recuperación	Reversible	Mitigable	Recuperable
N° de acciones	03	07	02
Aplicación de medidas correctivas	Severo	Critico	Moderado
N° de acciones	04	05	05

Fuente: Elaboración propia en base a observaciones en campo.

Cuadro N° 4.9.- Matriz de interacción Causa/Efecto en la etapa de funcionamiento en la vía Cusco-Quillabamba, tramo Abra Malaga-San Luis.

FACTORES AMBIENTALES IMPACTADOS		ACCIONES EN LA VÍA QUE GENERAN IMPACTOS						Σ
		Incremento del tráfico vehicular.	Turismo (ciclismo de montaña).	Escaso mantenimiento de la vía.	Señalización inadecuada.	No manejo de micro-cuencas.	Falta obras físicas para manejo de taludes.	
Biodiversidad	Efecto barrera para fauna.	-2	0	0	0	0	-1	-3
	Flora arbórea, medicinal y ornamental.	-1	0	0	0	0	-1	-2
	Perdida del hábitats.	-1	0	0	0	0	-1	-2
Agua	Escorrentía.	0	0	0	0	-2	-1	-3
	Drenaje (colecta de agua, alcantarillado, cunetas, pontones).	0	0	-2	0	-2	-2	-6
	Contaminación con aceite y grasas.	-1	0	0	0	0	0	-1

Viene

Suelo	Perdida de la estabilidad (deslizamiento, hundimiento).	-1	0	-1	0	-2	-2	-6
	Erosión.	0	0	-1	0	-2	-2	-5
Aire	Material particulado total.	-1	0	-1	0	-2	-1	-5
	Ruidos.	-2	0	-1	-1	0	0	-4
	Gases de combustión interna (CO,SO2,NOx)	-1	0	-1	-1	0	0	-3
Socio-económico	Acceso a servicios.	2	1	0	0	0	0	3
	Acceso a información.	2	1	0	0	0	0	3
	Incrementos de costos de predios.	2	0	1	0	0	0	3
	Acceso a mercados.	2	1	0	0	0	0	3
	Ahorro de tiempo.	2	2	1	1	0	0	6
	Mejora de los servicios de transporte.	2	0	1	1	1	1	6
	Dinamización de la	2	2	1	1	0	1	7

Viene

	economía local.							
	Generación de residuos sólidos.	-1	-1	0	0	0	0	-2
Suma		03	06	-03	01	-09	-09	-11

Fuente: Elaboración propia en base a observaciones en campo.

Escala:	
Impacto muy favorable	+2
Impacto favorable	1
Sin impacto	0
Impacto desfavorable	-1
Impacto muy desfavorable	-2

La matriz precedente demuestra que existen acciones que generan impactos muy desfavorables en los diversos factores ambientales; análogamente se puede evidenciar que existen factores ambientales impactados.

La matriz debe ser interpretado tanto horizontalmente a fin de observar las variables ambientales mas impactadas y verticalmente a efecto de analizar las acciones ejecutadas en la vía que impactan a los factores ambientales seleccionados

Las acciones que mayor impacto generan sobre los factores ambientales son el no manejo de micro-cuencas y la falta de obras físicas para el manejo de taludes; ambas acciones alcanzan una sumatoria total de -09; impactando negativamente a la mayoría de los factores ambientales; por estas acciones se ven afectados muy desfavorablemente el drenaje, la inestabilidad de los taludes provoca erosión, con el consiguiente deterioro de las cunetas, pontones y carpeta asfáltica.

De otro lado, en la lectura horizontal se aprecia que el recurso hídrico es la variable ambiental más afectada, siendo la escorrentía y el drenaje los más afectados, igualmente el suelo y el aire son también afectados, incluso la biodiversidad.

La sumatoria total de la matriz arroja una cifra negativa de -11, lo que implica que las interacciones planteadas en la matriz generan impactos negativos que deben ser revertidas y/o mitigadas a fin de evitar el deterioro ambiental presente en el momento de la evaluación y aplicación de la matriz causa/efecto.

La matriz aplicada tiene también como resultado dos acciones positivas, el incremento del tráfico vehicular y el ciclismo de montaña, con resultados positivos (03 y 06 respectivamente) aun así, la matriz de interacción específica que existen varios factores que son afectados negativamente y que son necesarios introducir acciones correctivas.

La variable socio-económica y sus diversos componentes, exceptuando la generación de residuos sólidos, arroja un resultado positivo, evidenciando que el funcionamiento de la carretera sí tiene efectos positivos en esta variable.

4.1.6. Descripción de los principales Impactos Ambientales

Durante los trabajos de campo las acciones que generan impactos ambientales, los mismos que fueron evaluados, mensurados y sobre el terreno se plantearon las acciones correctivas pertinentes.

Las hojas de campo recogen las observaciones, evaluación de las posibles causas que generan el problema y se propone las alternativas más viables.

Una hoja de campo consta de la ubicación, descripción del problema que se presenta en el área de estudio y la solución planteada de la identificación y evaluación de los sectores críticos existentes.

HOJA DE CAMPO N°1

Nombre del tramo: Abra Malaga-San Luis

Progresiva : Km. 130+000

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Cunetas obstruidas con sedimentos y rocas, lo que puede causar que el agua pluvial discurra por la plataforma vial deteriorándola. Así mismo, estos sedimentos y rocas invaden parte de la plataforma vial, lo cual puede producir accidentes de tránsito en esta zona.

CAUSAS DEL PROBLEMA

Los taludes tiene una pendiente alta de 80 grados de inclinación, lo que provoca el deslizamiento de sedimento y rocas depositándose estas en las cunetas y parte de la plataforma vial, esta acción se incrementa con las precipitaciones debido a que el caudal tiene mayor capacidad de arrastre de sólidos.



SOLUCIÓN PLANTEADA

Realizar la construcción de gaviones hasta alcanzar los 15 m de altura, construir un terraplén de un solo anden que tenga 5 metros de altura y 27 metro de largo y recubrir con vegetación nativa (*Chusquea spp*).

HOJA DE CAMPO N° 2

Nombre del tramo: Abra Malaga-San Luis

Progresiva : Km. 130+080

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Al igual que la primera hoja de campo los sedimentos y rocas invaden la plataforma vial y obstruyen la cuneta, lo cual ocasiona que el agua pluvial discurra por la plataforma vial y producir accidentes de tránsito en esta zona.

CAUSAS DEL PROBLEMA

Los taludes tiene una pendiente alta de 75 a 80 grados de inclinación, lo que provoca el deslizamiento de sedimento y rocas depositándose estas en las cunetas y parte de la plataforma vial, este fenómeno se incrementa con las precipitaciones puesto que el caudal tiene mayor capacidad de arrastre de sólidos.



SOLUCIONES PLANTEADAS

Realizar la construcción de gaviones hasta alcanzar los 15 metros de altura y 47 metros de largo y recubrir con vegetación nativa (*Chusquea spp*) y señalización informativa.

HOJA DE CAMPO N° 3

Nombre del tramo: Abra Malaga-San Luis

Progresiva : Km. 134+200

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Reducción de la plataforma vial, invasión de los vehículos al carril opuesto y falta de señalización en la zona.

CAUSAS DEL PROBLEMA

Ausencia de cunetas de coronación y desprendimiento de sedimentos por filtración de aguas superficiales, los cuales desestabilizan la plataforma vial.



SOLUCIONES PLANTEADAS

Realizar obras de compactación del suelo, construcción de un muro de contención de 10 metros de altura que impida el desprendimiento de material, recepción y dirección del agua superficial hacia una cuneta, construir una cuneta de coronación de 5 m de longitud.

HOJA DE CAMPO N° 4

Nombre del tramo: Abra Malaga-San Luis

Progresiva : Km. 140+134

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Desprendimiento y deslizamiento de material rocoso y sedimentos por la falta de vegetación y pendiente alta de 67 grados de inclinación, lo cual provoca accidentes de tránsito.

CAUSAS DEL PROBLEMA

Escaso recubrimiento de vegetación, el grado de inclinación de la pendiente es de 85 grados, pendiente ubicada al comienzo de la curva en “c” y falta de señalización.



SOLUCIONES PLANTEADAS

Realizar obras de construcción de gaviones de piedra de hasta 20 metros de altura y recubrir con vegetación nativa (*Chusquea* spp) e instalar señalización informativa.

HOJA DE CAMPO N° 5

Nombre del tramo: Abra Malaga-San Luis

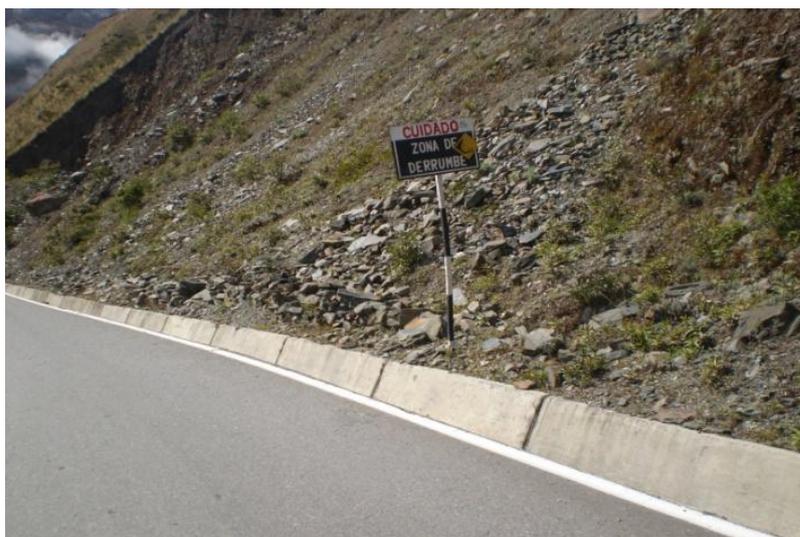
Progresiva : Km. 141+800

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Deslizamiento de rocas y sedimento producto del alto grado de pendiente, rocas fragmentadas y escasa vegetación.

CAUSAS DEL PROBLEMA

El talud tiene una pendiente con un grado de inclinación de 82, 51 metros de largo de la pendiente y escasa de vegetación.



SOLUCIONES PLANTEADAS

Realizar obras construcción de muro de contención de 20 metros, construcción de gaviones de 15 m de altura y recubrir con vegetación nativa (*Chusquea* spp) y señalización informativa y preventiva.

HOJA DE CAMPO N° 6

Nombre del tramo: Abra Malaga-San Luis

Progresiva : Km. 143+300

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Desprendimiento de sedimentos y vegetación, falta de señalización y escasa vegetación provocando accidentes de tránsito.

CAUSAS DEL PROBLEMA

El talud tiene una pendiente con un grado de inclinación de 70 y 80, 118 metros de largo y mala vegetación.



SOLUCIONES PLANTEADAS

Realizar la construcción de terraplenes conformada por 2 andenes de 5 metros de altura y 118 metros de largo, recubrir estos con vegetación nativa (*Chusquea* spp) y señalización informativa y preventiva.

HOJA DE CAMPO N° 7

Nombre del tramo: Abra Malaga-San Luis

Progresiva : Km. 143+400

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Desprendimiento de sedimentos y vegetación, falta de señalización y escasa e inadecuada vegetación provocando accidentes de tránsito.

CAUSAS DEL PROBLEMA

El talud tiene una pendiente con un grado de inclinación de 85, 65 metros de largo y vegetación escasa,



SOLUCIONES PLANTEADAS

Realizar corte de talud formando terraplenes con 2 cortes de 5 metros de altura y 65 metros de largo, recubrir con vegetación nativa (*Chusquea* spp), colocar señalización informativa y preventiva e implementar cuneta de coronación.

HOJA DE CAMPO N° 8

Nombre del tramo: Abra Malaga-San Luis

Progresiva : Km. 147+550

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Existencia de desprendimiento de sedimentos y vegetación, derrumbe de estos materiales invadiendo parte de la plataforma vial, provocando que los vehículos invadan el carril contrario.

CAUSAS DEL PROBLEMA

El talud tiene una pendiente alta con un grado de inclinación de 61, 272 metros de largo, mínima vegetación de tallo bajo y falta de señalización, se observa erosión.



SOLUCIONES PLANTEADAS

Realizar la construcción de gaviones de 15 metros de altura, realizar ajustes del terraplén existente y recubrir con vegetación nativa (*Chusquea spp*) y señalización informativa y preventiva.

HOJA DE CAMPO N° 9

Nombre del tramo: Abra Malaga-San Luis

Progresiva : Km. 149+800

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Se encuentra material rocoso y sedimentos desprendidos en la plataforma vial, así mismo se tiene una reducción de la plataforma vial como se muestra en la imagen, produciendo menor espacio de para el tránsito de vehículos.

CAUSAS DEL PROBLEMA

El talud tiene una pendiente alta de 82 grados de inclinación, 136 metros de largo que bordea una curva haciendo más peligrosa esta zona, por otro lado se tiene la perdida de plataforma vial por socavamiento y erosión.



SOLUCIONES PLANTEADAS

Realizar la construcción de un muro de contención al lado izquierdo de la vía, construcción de gaviones de 15 m de altura y recubrir con vegetación nativa (*Chusquea* spp) y señalización informativa.

HOJA DE CAMPO N° 10

Nombre del tramo: Abra Malaga-San Luis

Progresiva : Km. 150+200

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Desprendimiento de rocas y sedimentos invaden parte de la plataforma vial generando que los vehículos invadan el carril contrario.

CAUSAS DEL PROBLEMA

Falta de vegetación, grado de inclinación de la pendiente del talud de 69, 137metros de largo y falta de señalización y vegetación que recubra la zona.



SOLUCIONES PLANTEADAS

Realizar la construcción de gaviones de 15 m de altura y 137 metros de largo, recubrir con vegetación (*Chusquea spp*) y señalización informativa.

HOJA DE CAMPO N° 11

Nombre del tramo: Abra Malaga-San Luis

Progresiva : Km. 151+100

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Deslizamiento de material rocoso y sedimentos que invaden la plataforma vial causando problemas de tránsito.

CAUSAS DEL PROBLEMA

El talud elevado con un grado de inclinación de 78, 166 metros de largo y falta de señalización.



SOLUCIONES PLANTEADAS

Realizar la construcción de gaviones de 20 metros de altura y recubrir con vegetación nativa (*Chusquea* spp) e implementar señalización informativa y preventiva.

HOJA DE CAMPO N° 12

Nombre del tramo: Abra Malaga-San Luis

Progresiva : Km. 153+850

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Inadecuado tratamiento del talud que se encuentra en la curva, inexistencia de señalización preventiva y ausencia de vegetación.

CAUSAS DEL PROBLEMA

Si bien es cierto existe un tratamiento del talud, este no es el correspondiente para esta zona ya que se encuentra en una curva, la pendiente del talud tiene 293 metros de largo y no cuenta con señalización adecuada.



SOLUCIONES PLANTEADAS

Recubrir con vegetación nativa (*Chusquea* spp) y colocar señalización informativa y preventiva en la zona.

HOJA DE CAMPO N° 13

Nombre del tramo: Abra Malaga-San Luis

Progresiva : Km. 155+000

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Alto grado de peligro puesto que existen desprendimiento y deslizamiento de rocas medianas, grandes y sedimentos, provocando accidentes de tránsito.

CAUSAS DEL PROBLEMA

Pendiente de talud elevado con un grado de inclinación de 82, 120 metros de largo y composición de material rocoso fracturado, la pendiente en la parte superior tiene material sobresaliente que se puede desprender con mayor facilidad y generar problemas de tránsito.



SOLUCIONES PLANTEADAS

Realizar obras de construcción de gaviones de 15 metros de altura, recubrir de vegetación nativa (*Chusquea spp*) y colocar señalización informativa y preventiva.

HOJA DE CAMPO N° 14

Nombre del tramo: Abra Malaga-San Luis

Progresiva : Km. 158+700

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Deslizamiento de material rocoso y sedimentos, cunetas obstruidas carril invadido por este material, inadecuada señalización, afloramiento de un manante.

CAUSAS DEL PROBLEMA

La pendiente del talud alta con un grado de inclinación de 79.5, 150 metros de largo y aguas superficiales discurriendo por la pendiente, inadecuada señalización y falta de vegetación.



SOLUCIONES PLANTEADAS

Construcción de cunetas de coronación por encima de la pendiente, construcción de terraplenes de 5 metros de altura, recubrimiento de vegetación nativa (*Chusquea* spp) y colocación de señalización informativa y preventiva y respecto del manante, efectuar el tratamiento adecuado derivándolo mediante un conducto para evitar que discurra por la ladera generando erosión y arrate de sólidos a la vía.

HOJA DE CAMPO N° 15

Nombre del tramo: Abra Malaga-San Luis

Progresiva : Km. 159+000

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Deslizamiento de material rocoso, sedimento y vegetación invadiendo parte de la plataforma vial, lo cual provoca problemas de tránsito vehicular.

CAUSAS DEL PROBLEMA

Suelo inestable con un grado de inclinación del talud de 68, 132 metros de largo y falta de señalización.



SOLUCIONES PLANTEADAS

Realizar la construcción de gaviones de 15 m de altura, construcción de terraplenes, recubrir con vegetación nativa (*Chusquea* spp) y señalización informativa y preventiva.

Como se observa de la información específica en las hojas de campo, existen serios problemas que ocasionan deterioro de la vía y dificultades en el tránsito con alto riesgo a accidentes, sin embargo, las soluciones consisten en la introducción de medidas correctivas como las planteadas.

CAPITULO V: MEDIDAS CORRECTIVAS

5.1. MEDIDAS CORRECTIVAS

Como se mencionó en capítulos anteriores, las medidas correctivas son aquellas que permiten minimizar o controlar las amenazas al ambiente y dotar a una carretera existente de nuevas y mejores características técnicas. En este tramo de la carretera se presentaron bastantes impactos para los cuales se dan algunas alternativas para mejorar y minimizar estos impactos.

5.1.1. Peralte adecuado

Un aspecto de interés es el peralte puesto que este factor es importante en una carretera, dado que le otorga estabilidad al vehículo al ingresar a una curva; por los datos obtenidos en el área de estudio se tiene que el peralte no cuenta con el ángulo adecuado, para lo que se sugiere tomar medidas como:

- Implementar una señalización del tránsito, tanto la informativa como la preventiva.
- Mejorar y reajustar la pendiente del peralte, considerando el radio de la curva y el ancho de la vía, tal como se especifican en el acápite respectivo.
- Mejorar y reajustar el radio de la curva.

La inadecuada construcción del radio de la curva y la pendiente del peralte hacen que el vehículo no tenga la estabilidad necesaria y por la fuerza centrífuga se salga de la vía e invada el carril contrario, que es precisamente lo que usualmente ocurre en la vía.

5.1.2. Manejo de taludes

El inadecuado manejo de taludes referidos a una inclinación y pendiente muy alta, considerando la naturaleza de las rocas y sedimentos presentes, sin tomar en cuenta que la ausencia de vegetación empeora las condiciones de estabilidad, tampoco ha sido considerado la alta precipitación en la zona; por lo tanto genera deslizamientos que origina altos costos de mantenimiento tanto de las cunetas, pontones y la plataforma de rodadura.

En el tramo carretero materia de tesis, se han determinado directamente (diecisiete) sectores que generan riesgos e impactos severos.

A continuación se plantea medidas correctivas para cada sector observado:

Cuadro N° 5.1.- Medidas Correctivas para el Manejo de Taludes.

SECTOR N°	COORDENADAS		PENDIENTE (grados)	CARACTERÍSTICAS Y DESCRIPCIÓN	MEDIDAS CORRECTIVAS PROPUESTAS
	UTM	18L			
1	8546204	0792341	80	Deslizamiento de material rocoso y sedimentos colapsando las cunetas e invadiendo parte de la plataforma vial	Construcción de gaviones, terraplenes, cunetas de coronación, limpieza de las cunetas, recubrir con vegetación nativa y colocar señalización informativa y preventiva en la zona.
2	8546204	0792341	75 y 80	Deslizamiento de material rocoso y sedimentos	Construcción de gaviones, terraplenes, limpieza de las

				colapsando las cunetas e invadiendo parte de la plataforma vial.	cunetas, recubrir con vegetación de la zona y colocar señalización informativa y preventiva en la zona.
3	8547671	0789211	67	Deslizamiento de material rocoso y sedimentos.	Construcción de gaviones, recubrir con vegetación de la zona y colocar señalización informativa y preventiva en la zona
4	8547949	0788442	82	Deslizamiento de material rocoso y sedimentos.	Construcción de gaviones, recubrir con vegetación de la zona y colocar señalización informativa y preventiva en la zona
5	8547866	0788842	70 y 80	Deslizamiento de material rocoso, vegetación y sedimentos.	Construcción de gaviones, construcción de terraplenes, recubrir con vegetación de la zona y colocar señalización informativa y preventiva en la zona
6	8547870	0789783	85	Deslizamiento de material rocoso, vegetación y sedimentos.	Construcción de gaviones, construcción de terraplenes, recubrir con vegetación de la zona y colocar señalización informativa y preventiva en la zona
7	8548969	0786397	61	Deslizamiento de material rocoso, vegetación y sedimentos.	Construcción de gaviones, construcción de terraplenes, recubrir con vegetación de la

				Área en peligro por pendiente largo	zona y colocar señalización informativa y preventiva en la zona
8	8549058	0785765	82	Reducción de la plataforma vial y deslizamiento de material rocoso, vegetación y sedimentos. Pendiente borde una curva, falta de área de estacionamiento	Construcción de gaviones, construcción de terraplenes, recubrir con vegetación de la zona. Construir muros de contención del lado izquierdo aguas abajo de la zona y colocar señalización informativa y preventiva en la zona.
9	8549183	0785580	69	Deslizamiento de material rocoso, vegetación y sedimentos.	Construcción de gaviones, construcción de terraplenes, recubrir con vegetación de la zona y colocar señalización informativa y preventiva en la zona
10	8550062	0784723	78	Deslizamiento de material rocoso, vegetación y sedimentos.	Construcción de gaviones, construcción de terraplenes, recubrir con vegetación de la zona y colocar señalización informativa y preventiva en la zona
11	8550336	0784361	87	Reducción de la plataforma vial y deslizamiento de material rocoso, vegetación y sedimentos.	Construcción de gaviones, construcción de terraplenes, recubrir con vegetación de la zona y colocar. Construir muros de contención

				Pendiente borde una curva, falta de área de estacionamiento	del lado izquierdo aguas abajo de la zona y colocar señalización informativa y preventiva en la zona.
12	8551431	0783120	78	Deslizamiento de material rocoso, vegetación y sedimentos, así mismo está pendiente se encuentra en una curva.	Recubrir con vegetación y colocar señalización informativa y preventiva.
13	8552010	0783564	75	Deslizamiento de material rocoso, vegetación y sedimentos.	Construcción de gaviones y recubrimiento con vegetación y colocar señalización informativa y preventiva
14	8551997	0783855	82	Deslizamiento de material rocoso, vegetación y sedimentos. Material rocoso sobre saliente en la parte superior del talud	Construcción de gaviones, recubrir con vegetación de la zona y colocar señalización informativa y preventiva en la zona
15	8552156	0784590	85	Deslizamiento de material rocoso, vegetación y sedimentos	Recubrir con vegetación de la zona y colocar señalización informativa y preventiva en la zona
16	8552777	0783792	79.5	Deslizamiento de material rocoso, vegetación y sedimentos. Así mismo se encuentra aguas superficiales transcurriendo por la	Construcción de cunetas de coronación en la parte superior de la pendiente, construcción de gaviones y terraplenes, recubrimiento con vegetación y señalización informativa y

Viene

				pendiente	preventiva.
17	8552788	0783164	68	Deslizamiento de material rocoso, vegetación, sedimentos y vegetación.	Construcción de gaviones, recubrir con vegetación de la zona y colocar señalización informativa y preventiva en la zona

Fuente: Elaboración propia en base a observaciones y mediciones de campo.

Como se puede colegir del cuadro anterior, la alta pendiente, la naturaleza de los sedimentos y rocas, la falta de cobertura vegetal, las vibraciones generadas por el movimiento de vehículos pesados así como la alta precipitación pluvial generan deslizamientos, derrumbes, arrastre de sólido con la escorrentía provocando deterioro y alto costo de mantenimiento; sin embargo, la introducción de acciones correctivas mejoraría enormemente el riesgo.

5.1.3. Señalización vial

La señalización constituye un aspecto de vital importancia, que si bien es cierto forma parte de los trabajos de mantenimiento, pero dada su incidencia en la seguridad de la vía es necesario mencionarla como un elemento crítico que requiere una vigilancia y reposición constante.

El objetivo de la señalización es indicar los riesgos, prohibiciones u obligaciones existentes en un emplazamiento y momento dados, mediante un conjunto de estímulos visuales que condicionan la actuación de los involucrados en el proceso constructivo de la carretera.

a) Color y formas de las señales de tránsito

Las señales de seguridad de prohibición, obligación, prevención y de información necesarias deberán cumplir con la reglamentación necesaria de forma, color, contraste y textos como se muestra a continuación:

Cuadro N° 5.2.- Formas y significados de las señales de tránsito.

Forma	Significado
	Prohibición y Orden
	Prevención, Peligro
	Información
	Información

Fuente: Manual de dispositivos de control y seguridad vial.

Cuadro N° 5.3.- Color y significados de las señales de tránsito.

Color	Significado
Rojo	Pare, prohibición y todo lugar, material y/o equipo relacionado con prevención y/o combate de incendios y su ubicación.
Azul	Orden, obligación o acción de mando.
Amarillo	Precaución, riesgo de peligro.
Verde	Información de seguridad, indicación de sitios o direcciones hacia donde se encuentran estos - escaleras, primeros auxilios, rutas e instrucciones de evacuación.

Fuente: Manual de dispositivos de control y seguridad vial

b) Tipos de señalización

Se tiene una variedad de tipos de señales de tránsito pero, en este caso sólo se mencionarán las señales de tránsito relacionadas con los objetivos de la tesis.

- **Señales de advertencia:** Son de forma triangular; pictograma negro sobre un fondo amarillo (cubriendo este el 50% de la superficie de la señal) y borde negro.

Cuadro N° 5.4.- Imágenes de señales de advertencia.

 Material inflamable	Este tipo de señalización será utilizado en el campamento de obra, planta de asfalto y patio de máquinas.
 Materias tóxicas	Será colocado en la planta de asfalto y patio de máquinas.
 Riesgo eléctrico	A ser colocado en el campamento de obra principalmente.

Fuente: Manual de dispositivos de control y seguridad vial.

- **Señales de prohibición:** Son de forma redonda, pictograma negro sobre fondo blanco, bordes y banda transversal descendente de izquierda a derecha, rojos.

Cuadro N° 5.5.- Imágenes de señales de prohibición.

 <p>Prohibido fumar y encender fuego</p>	<p>Será colocado en el patio de maquinas y la planta de asfalto.</p> <p>También en zonas de riesgo de incendio.</p>
 <p>Prohibido pasar a los peatones</p>	<p>A ser implementado en tramos de construcción de la vía, de acuerdo al avance de obra y en zonas urbanas o de asentamiento rural.</p>

Fuente: Manual de dispositivos de control y seguridad vial.

- **Señalización ambiental:** Este tipo de señalización tiene como objetivo la protección del entorno ambiental de la carretera, mediante avisos de prohibición y de información.

Cuadro N° 5.6.- Imágenes de señalización ambiental.

SIGNIFICADO	SÍMBOLO Y/O LEYENDA
<p>Prohibido encender fuego</p>	
<p>Prohibido recoger plantas silvestres</p>	

Prohibido capturar amínales silvestres	
Prohibido cazar	
Presencia de ganado	
Presencia de animales silvestres	

Fuente: Manual de dispositivos de control y seguridad vial

Habiendo realizado el análisis del área en estudio, se concluye que la vía no cuenta con las adecuadas señales de tránsito en los siguientes puntos.

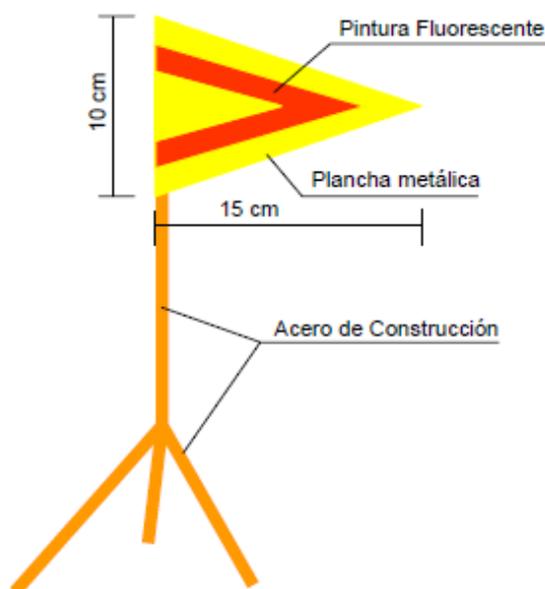
Cuadro N° 5.7.- Señales de tránsito y sus Medidas Correctivas.

N°	CASOS	CARACTERÍSTICA	MEDIDAS CORRECTIVAS
1	Ingreso de una curva	<ul style="list-style-type: none"> - Inexistencia de señales de tránsito. - Diversos sectores que no cuentan con la señalización adecuada al ingresar a la curva 	Instalación de señales de tránsito de advertencia y prevención de peligro
2	Desprendimiento de rocas y sedimentos	<ul style="list-style-type: none"> - Inexistencia de señales de tránsito. - Existen 15 sectores que no cuentan con la señalización adecuada en zonas con pendiente. 	Instalación de señales de tránsito de advertencia y prevención de peligro.
3	Reducción de la plataforma vial	<ul style="list-style-type: none"> - Inexistencia de señales de tránsito. -Existen diversas zonas que no cuentan con la señalización adecuada en zonas con reducción de la plataforma vial. } -Presencia de ganado. -Posibilidad de paso de animales silvestres. 	Instalación de señales de tránsito de información y prevención de peligro

Fuente: Elaboración propia en base a las observaciones y mensuraciones de campo.

Como se muestra en el cuadro anterior, se deberán implementar señalizaciones claras y precisas en los lugares donde la circulación vehicular es frecuente, estas señales que pueden ser de direccionamiento de tráfico antes de curvas, los desvíos o angostamientos de la vía, zonas de derrumbes, presencia de animales silvestres o ganado, etc. según el manual de dispositivos de control y seguridad vial, dichas señales deberán ser ubicadas, cada 20 metros en una longitud de 200 metros antes de las características mencionadas con las partes que para el carro existe tal como se muestra a continuación.

Gráfico N° 5.1.- Partes de las señales de tránsito.



Fuente: Manual de dispositivos de control y seguridad vial

La señalización también podrá ser realizada en planchas metálicas de tamaño y forma adecuados y con letras visibles. Se instalarán preferentemente a una altura y en una posición apropiadas en relación al ángulo visual, teniendo en cuenta posibles obstáculos, en la proximidad inmediata del riesgo u objeto que deba señalizarse o cuando se trate de un riesgo general, en el acceso a una zona de riesgo.

El lugar de emplazamiento de la señal deberá estar bien iluminado, ser accesible y fácilmente visible. Si la iluminación general es insuficiente, se empleará una iluminación adicional o se utilizarán colores fosforescentes o materiales fluorescentes.

Todas las señalizaciones deberán contar en un lugar visible, señalización respecto a su capacidad de carga, velocidad de operación recomendada y las advertencias de peligro especiales. Estas deberán ser fácilmente identificables y comprensibles para los conductores.

5.1.4. Obras físicas

Las obras físicas que se requieren para la implementación de las medidas correctivas en la vía están relacionadas con la construcción e instalación de lo siguiente:

- Construcción de muros de contención en concreto, para la estabilidad de pendientes
- Construcción de gaviones con piedras, para la estabilidad de pendientes.
- Construcción de terraplenes, para estabilizar los taludes y evitar deslizamiento y derrumbe.
- Construcción de muros de concreto para estabilidad de la plataforma vial.
- Construcción e instalación de cunetas de coronación, para evitar que el agua de escorrentía ingrese al talud y a la plataforma vial.
- Instalación de áreas de estacionamiento (berma).
- Instalación de señales de tránsito.
- Mantenimiento y limpieza de pontones y badenes.
- Construcción de pases para mamíferos.

Estas obras físicas son representadas en el siguiente cuadro.

Cuadro N° 5.8.- Obras físicas y su imagen correspondiente

OBRA FÍSICA	IMAGEN
Muros de contención	
Gaviones	
Cuneta de coronación	
Pases para mamíferos	

Fuente: Elaboración propia en base a imágenes e información secundaria.

5.1.5. Manejo de micro-cuencas

El manejo de cuencas es por definición una parte de las acciones de gestión ambiental, dado que se realiza con la finalidad de contrarrestar efectos ambientales negativos, así como, para lograr efectos ambientales positivos. Parte de estos efectos positivos, aunque no todos, pueden ser evaluados por intermedio de la cantidad, calidad, lugar y tiempo en el que el agua es captada y escurre en una cuenca.

En el ámbito de estudio han sido analizados más de 15 micro-cuencas que forman parte de la sub-cuenca del río Lucumayo, estos cuerpos de agua son cortados por la vía, en varias ocasiones ninguna de las micro-cuencas evidencian un manejo, no poseen sistemas para controlar la carga o presión hídrica durante la época de lluvias, tampoco existe acciones de reforestación a fin de evitar la erosión.

El manejo de micro-cuencas está dirigido a promover un desarrollo económico y social de la comunidad, garantizando la oferta de bienes y Plan para el Manejo Ambiental. A través del manejo y conservación de los recursos naturales del área de estudio con un criterio básicamente conservacionista y de uso racional de los recursos, orientado hacia el desarrollo sostenido de la cuenca, en especial considerar hábitats para la diversidad biológica.

Considerando que la precipitación pluvial es alta, por lo tanto, los riachos se incrementan súbitamente es necesario su gestión por lo tanto se sugiere:

- a. Mantener con vegetación ambos márgenes de los cursos de agua evitando la erosión y por tanto el arrastre de sólidos, ello implica reforestación.

- b. Construir banquetas en el cauce de los riachos, estos actuaran como disipadores de la presión y velocidad del agua, considerando la alta pendiente por la que escurre el agua.
- c. Los pontones deben ser limpiados y mantenidos antes y después de la temporada de lluvias.
- d. Mantenimiento de las cunetas, la implementación de cunetas de coronación en las pendientes y la revegetación de la zona con especies que cumplan un papel de retención del agua, el cual es conocido como siembra de agua.

5.1.6. Revegetación

La revegetación además de detener los procesos erosivos en los terrenos degradados de las carreteras, desempeña otra serie de funciones técnicas como estéticas, en el tratamiento de taludes.

La vegetación cumple una importante función de protección de los suelos evitando los siguientes problemas:

- Que se produzca el arrastre de los sedimentos finos por acción de las gotas de agua de las lluvias. La vegetación con sus hojas y raíces desarrolladas amortigua el impacto de las gotas que se produce sobre el material suelto, además de reducir la velocidad de escorrentía del agua superficial.
- Que el sustrato sea disgregado por la acción de las aguas. Las plantas con sus raíces superficiales y profundas mantiene la cohesión del terreno proporcionando la fijación del mismo.

- Que el agua se escurra por las laderas mediante la extracción de la humedad del suelo por las plantas hacia la atmósfera. Las raíces y las hojas de las plantas por la evapotranspiración cumplen la importante función de extraer el agua de los suelos.
- Que la acción del viento, especialmente en lugares secos, arrastre las partículas de suelo. La cobertura vegetal disminuye la erosión eólica de las áreas expuestas.
- Controlar no sólo la erosión sino que frene la escorrentía y la generación de deslizamiento, derrumbes y otros.

Las especificaciones generales para el proceso de revegetación son:

- El proceso de revegetación deberá considerar la plantación de especies herbáceas y/o gramíneas locales como: *Stipa ichu*, *Festuca orthophylla*, *Calamagrostis rigida*.
- Las plantaciones en los taludes deben ser acomodadas de tal forma que se asemeje a la distribución de las formaciones naturales, en la mayoría de los casos irregulares.
- Es recomendable el uso de especies arbóreas como: *Alnus acuminata*, *Cecropia angustifolia*, *Cinchona pubescens*, *Clusia trochiformis*, *Duranta mandonii*, *Escallonia resinosa*, *Hesperomeles latifolia*, *Juglans neotropica*, *Myrcianthes oreophila*, *Nectranda herrerae*, *Oreopanax sp*, *Podocarpus glomeratus*, *Vallea stipularis* y arbustivas como: *Abutilon molle*, *Baccharis buxifolia*, *Barnadesia*

berberoides, *Barnadesia polyacantha*, *Berberis carinata*, *Berberis commutata*, *Bocconia integrifolia*, *Buddleja coriácea*, *Chusquea spp*, *Coriasa rustifolia*, *Delostoma integrifolium*, *Donalia spinosa*, *Duranta mandonii*, *Lycianthes lycioides*, *Minthostachys glabrescens*, *Nicotiana tomentosa*, *Piper verbascifolium*, *Polylepis besseri*, *Rubus robustus* y *Weinmannia spp*. En las áreas Naturales Protegidas donde se conserva la biodiversidad se debe tener cuidado con el ingreso de nuevas especies o especies exóticas.

Este trabajo de investigación pretende corregir impactos negativos con la revegetación con plantas nativas y estabilizar los taludes identificados, generando los beneficios antes mencionados en el tramo vial.

5.1.7. Manejo y protección de la diversidad biológica

El manejo y protección de la diversidad biológica se fundamenta principalmente en el establecimiento de una cobertura vegetal similar a la original, ya que esta incide directamente sobre la fauna que allí debe habitar. Sin embargo, se presentan zonas donde por las limitaciones de clima, suelo y agua, se precisa el establecimiento de especies más resistentes, que cumplan una función específica, como el control de la erosión y estabilización. Esta parte es de vital importancia en la protección de los recursos naturales, para lo cual se deberá tomar en cuenta lo siguiente:

- Las medidas correctoras para minimizar los impactos sobre el medio deberán definir en cada caso el tipo de ecosistema un programa de revegetación o reforestación en el cual se identifiquen las especies vegetales adecuadas, distribución, emplazamiento de medidas de revegetación o reforestación.

- Los cortes de taludes, deslizamientos, escombros, etc. que afectan el paisaje deben ser tratados con un proceso de revegetación o reforestación con especies de la zona o las mismas especies de tal forma que se dé continuidad a las áreas afectadas.

Como quiera que la carretera ha fragmentado el bosque montano, constituyéndose en barrera, se debe corregir mediante la reforestación y la construcción de pases, especialmente para mamíferos, reptiles y batracios.

En el área de estudio existe el área de conservación privada denominada Málaga, las que cumplen una función de proteger y conservar las especies tanto en flora como en fauna.

Considerando que en el área de estudio se halla especies de interés, específicamente en fauna, se sugiere introducir las siguientes acciones.

- a. Reforestar con especies arbóreas que posibilitan el anidamiento de aves endémicas de la zona.
- b. Construir pases para mamíferos que se movilizan de una zona a otra.
- c. Adecuar los pontones para la circulación de especies reptantes.

5.1.8. Gestión de riesgo

La gestión del riesgo se define como el proceso de identificar, analizar y cuantificar las probabilidades de pérdidas y efectos secundarios que se desprenden de los desastres, así como de las acciones preventivas, correctivas y reductivas correspondientes que deben emprenderse.

El riesgo es una función de dos variables: la amenaza y la vulnerabilidad. Ambas son condiciones necesarias para expresar al riesgo, el cual se define como la probabilidad de pérdidas, en un punto geográfico definido y dentro de un tiempo específico. Mientras que los sucesos naturales no son siempre controlables, la vulnerabilidad sí lo es.

El enfoque integral de la gestión del riesgo pone énfasis en las medidas ex-ante y ex-post y depende esencialmente de:

- La identificación y análisis del riesgo;
- La concepción y aplicación de medidas de prevención y mitigación;
- La protección financiera mediante la transferencia o retención del riesgo; y
- los preparativos y acciones para las fases posteriores de atención rehabilitación y reconstrucción.

La gestión de riesgo en este caso se realiza en la etapa de funcionamiento, identificando los riesgos de la zona.

Identificación de los peligros: En el tramo de estudio se identificaron peligros como:

- Derrumbes y deslizamiento.
- Reducción de la plataforma vial.

- Contaminación ambiental.
- Pérdida de hábitats.

Así mismo podemos encontrar las características como escasa cobertura vegetal, erosión de los suelos, pendientes elevadas, material rocoso y sedimentos sueltos.

El siguiente cuadro, indica los peligros que se generan en este tramo, el grado de vulnerabilidad, el riesgo que se presenta y las medidas correctivas que se propone.

Cuadro N° 5.9.- Estimación de Riesgo y su Medidas Correctivas.

PELIGROS	VULNERABILIDAD	ESTIMACIÓN DE RIESGO	MEDIDAS CORRECTIVAS
Derrumbe de material rocoso y sedimentos: Alta	La zona cuenta con escasa cobertura vegetal, pendientes elevadas y nulo tratamiento de talud. VA: 60%	Riesgo alto	Tratamiento de taludes, con la construcción de muros de contención, gaviones y terraplenes. Instalación de señales de tránsito.
Reducción de la plataforma vial: Moderada o Medio	Este tramo no cuenta con señalización adecuada lo cual incrementa la el peligro: VM:40%	Riesgo moderado o Medio	Construcción de muros de contención, estabilizando y compactando el suelo.
Contaminación ambiental: Moderada o Medio	La contaminación es mayormente por los visitantes, turistas y pasajeros. VM: 30	Riesgo moderado o Medio	Programas de educación ambiental. Instalación de señales de tránsito informativas.
Perdida de habitad: Moderada o Medio	Debido al inadecuado manejo de taludes y cuencas.VM:45%	Riesgo moderado o Medio	Programa de manejo de la diversidad biológica.

Fuente: Elaboración propia en base a las observaciones y mensuraciones de campo.

Leyenda

Estrato	Descripción	Valor
VB (Vulnerabilidad baja)	Si la vía es segura y cumple con las normas y leyes adecuadas, adecuado manejo de taludes y cuencas, plataforma vial correctamente afirmada.	Mayor de 25%
VM (Vulnerabilidad Media)	No cumple con toda la normativa y legislación, manejo de taludes y cuencas, plataforma vial estable, contaminación ambiental, poca pérdida de hábitat.	De 26% a 50%
VA (Vulnerabilidad Alta)	No cumple con toda la normativa y legislación, mínimo manejo de taludes y cuencas, plataforma vial poco estable contaminación ambiental, pérdida de hábitat.	De 51% a 75%
VMA (Vulnerabilidad Muy Alta)	No cumple con toda la normativa y legislación, nulo manejo de taludes y cuencas, plataforma vial inestable, contaminación ambiental, pérdida total de hábitat.	De 76% a 100%

Peligro Muy Alto	Riesgo Alto	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto	Riesgo Muy Alto
Peligro Alto	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto
Peligro Medio	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto
Peligro Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Alto
	Vulnerabilidad Baja	Vulnerabilidad Media	Vulnerabilidad Alta	Vulnerabilidad Muy Alta

- LEYENDA:
- Riesgo Bajo (< de 25%)
 - Riesgo Medio (26% al 50%)
 - Riesgo Alto (51% al 75%)
 - Riesgo Muy Alto (76% al 100%)

CONCLUSIONES

PRIMERA: Las medidas correctivas planteadas en el trabajo de investigación permiten mitigar restaurar y/o compensar los impactos identificados en la etapa de operación del tramo carretero Abra Málaga - San Luis.

SEGUNDA: El ámbito de estudio presenta dos Zonas de Vida Natural y una de transición con características de alta fragilidad tipificada como cabecera de cuenca que alberga alta diversidad biológica cinco de ellos en la categoría de protección, además especies representativas de ecosistemas frágiles. Estas tres Zonas de Vida Natural es origen de muchos riachos y especialmente del río Lucumayo que irriga más de 600 ha, por lo tanto útil para la agricultura y el desarrollo económico.

TERCERA: Se identificó las acciones que generan impactos ambientales negativos tales como: inadecuada implementación del Plan de Manejo Ambiental del Estudio de Impacto Ambiental durante la etapa de construcción, inexistencia de manejo de micro-cuencas para disipar la carga de presión hidráulica durante la época de lluvias, derrumbes y deslizamientos de material rocoso y sedimentos debido a la falta de manejo de taludes, inestabilidad del vehículo al ingresar a la curva invadiendo carril contrario, ya que el peralte de la totalidad de las curvas no tiene el adecuado grado de inclinación y se verificaron 90 acciones de emergencia entre el 2015 y 2015, lo que genera perjuicios sociales, económicos y ambientales con alto costo en la vialidad y su funciones.

Debido al incumplimiento de las acciones sugeridas en el Plan de Manejo Ambiental, entre el 2010 y el 2015 se verificaron 90 acciones de emergencia identificados formalmente, generando perjuicios sociales, económicos y ambientales con alto costo en la vialidad y sus funciones.

CUARTA: Los efectos e impactos en campo medidos son los siguientes: el caudal de los cuerpos de agua incrementa hasta 46 veces más en temporada de lluvias, el 100% del peralte de las curvas es inadecuado, mas de los 72 % de los taludes evaluados presentan pendientes superiores a 70° y las acciones desarrolladas en la etapa de funcionamiento, según su tipología, se hallan catalogadas como desfavorables, de intensidad muy alta, permanente, severos y críticos; sin embargo reversible y mitigables si se introduce medidas correctivas .

QUINTA: las acciones correctivas que permiten mitiga, restaura y minimizar los impactos ambientales negativos son: instalación de pases para la movilización de mamíferos, revegetación con plantas nativas (chusquea spp.) debido a que posee raíces anastomosada que retienen la erosión, forman suelos y es de fácil manejo, para el anidamiento de aves, limpieza y mantenimiento adecuado de pontones para la circulación de reptiles, manejo de taludes, instalación de gaviones y terraplenes.

RECOMENDACIONES

PRIMERA: Se recomienda la implementación de medidas correctivas en esta zona como se expone en la presente tesis.

SEGUNDA: Se recomienda la revegetación de los taludes con las siguientes especies nativas:

- a. En la zona alta (ph-SaS): *Stipa Ichu*, *Festuca dollicophylla*, *Bromus rigidus*, *Barnadesia horrida*, *Berberis boliviana*, *Baccharis Odonata*.
- b. En las zonas bajas (bh-Ms): *Chusquea spp*, *Rubus roseus*, *Coriaria rustifolia*.

Imagen N° 01: flora (*Chusquea* y *Coriasa rustifolia*) presenciadas en la zona.

	
Foto N° 01: <i>Chusquea</i>	Foto N° 02: <i>Coriasa rustifolia</i>

TERCERA: Para el ámbito deforestado realizar programas de reforestación con las siguientes especies:

- a. Especies arbóreas: *Mimosa cuzcoana*, *Vallea stipularis*, *Nectandra herrerae*, *Maytenus Lucma*, *Cinchona affinalis*; *Tremamicranta*; *Myrcine pseudocrenota*.

- b. Especies arbustivas: *Minthostachys glabrescens*, *Piper acutifolium*, *Chusquea spp*, *Rubus robustus*, *Donalia spinosa*, *Nicotiana tometosa*, *Cavendishia bracteata*, *Coriaria ruscifolia*, *Delostoma integrifolium*, *Berberis carinata*, *Weinmannia spp*, *Barnadesia berberoides* y *Abutilon molle*.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

1. Analistas Economicos de Andalucia; (2008); *El transporte: Importancia Económica y Social*; Andalucia.
2. Baca Vargas Ruben Eliot; (2014); *Determinación del índice biótico e índice de polución del rio Qochoq-Calca*; Universidad Alas Peruanas; Cusco, Perú.
3. Carreteras, Desarrollo y el camino del Desastre; (2008); *Atravesando la amazonia*; Ecuador.
4. Consorcio DIN SEDIC, Instituto Nacional de Vías; (2006); *Estudio de Impacto Ambiental San Francisco-Mocoa*; San Francisco, Mocoa.
5. Cusi Bravo David; (2012); *Estudio de Impacto Ambiental de la Carretera Pumamarca – Abra San Martín del Distrito de San Sebastián*; Universidad de Piura; Piura, Perú.
6. Dirección de General de Asuntos Socio-Ambientales del Ministerio de Transporte y Comunicaciones; (2002); *Indicadores Socio-Ambientales*; Lima.
7. Dirección General de Carreteras de la Consejería de Transportes e infraestructuras; (2008); *Estudio de Impacto Ambiental de la construcción y explotación de la nueva carretera M-61*; Madrid.
8. Dirección Provincial de Transporte y Obras Públicas de Bolívar-Ecuador, CONSULTORACAV Consultora Sanitaria, Ambiental y Vial Cía. Ltda.; (2011); *Estudio de impacto ambiental ex post para el proyecto: “rectificación, mejoramiento y mantenimiento de la carretera san pablo – chillanes, de 21 km. De longitud, incluido la construcción del paso lateral de San pablo de 4,0 km y puentes*; Cuenca- Ecuador.

9. Gil Mora J. Eduardo et-al; (1997); *Evaluación y estudios de impacto ambiental del programa de riego en la sub-cuenca del rio Lucumayo-Huayopata- La Convención*; INANPES; Cusco, Perú.
10. Gil Mora J. Eduardo, Molina Quispe Juan de Dios; (2004); *Informe de Evaluación Ambiental: Tramo carretero Huaica Pampa-El Oro-Pachacomas*; Cusco, Perú.
11. Gil Mora J. Eduardo, Ortega Campana Noemi; (2006); *Estudio de rehabilitación carretera La May-Poques-Saylla Faya*; Cusco, Perú.
12. Gil Mora J.E. et-al; (2007); *Alternativas energéticas requeridas por la familia campesina en la cordillera del Vilcanota-ECOAN*;Cusco, Perú.
13. Gobierno Regional-GORE Cusco; (2010); *Guía de campo del área prioritaria de Conservación Regional*; Choquequirao-Cusco, Perú.
14. Gobierno Regional-GORE Cusco; (2012); *Proyecto: fortalecimiento del desarrollo de capacidades en ordenamiento territorial, Expediente técnico de la caracterización de las unidades geológicas y del inventario de recursos metálicos, no metálicos, y peligros geodinámicas*; La Convención-Cusco, Perú.
15. HOB Consultores S.A, Ministerio de Transporte y Comunicaciones; (2009); *Plan de Manejo Ambiental del Estudio Definitivo de para la Rehabilitación de y Mejoramiento de la Carretera Chongoyape, Cochabamba, Cajamarca tramo: Cochabamba-Chota*; Cajamarca, Perú.
16. Instituto Nacional de Defensa Civil-INDECI; (2009); *Gestión de Riesgos de Desastre para la planificación del desarrollo local*; Lima, Perú.
17. Kraemer C., Rocci Bocalerri S., Sanchez Blanco V.; (2003); *Ingeniería de Carreteras, Volumen I segunda edición*; Madrid.

18. Ministerio de Transporte y Comunicación-MTC; (2003); *Proyecto especial de infraestructura de transporte nacional “Estudio de factibilidad de la interconexión vial Iñapari-Puerto marítimo del sur”*; Iñapari, Perú.
19. Ministerio de Transporte y Comunicación-MTC.; (2005); *Resumen Ejecutivo del informe Actualización del Estudio Definitivo de Ingeniería para la Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Ollantaytambo – Quillabamba – Kiteni*; Cusco, Perú.
20. Ministerio de Transporte y Comunicaciones, Dirección General de Asuntos Socio-Ambientales; (2005); *Manual de Gestión Socio Ambiental para Proyectos Viales Departamentales*; Lima, Perú.
21. Ministerio de transporte y comunicación-MTC.; (2005); *Actualización del Estudio Definitivo de Ingeniería para la Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Ollantaytambo – Quillabamba – Kiteni, Informe Final*; Cusco, Perú.
22. Ministerio de Transporte y Comunicación-MTC; (2006); *Informe Resumen de los Proyectos de Infraestructura Vial Nacional*; Lima, Perú.
23. Ministerio de Transporte y Comunicación-MTC, Consorcio Quillabamba; (2006); *Estudio de Impacto Ambiental Construcción y Mejoramiento de la Carretera Cusco - Quillabamaba; Tramo: San Luis – Chaullay – Quillabamba*; Cusco, Perú.
24. Ministerio de Transporte y Comunicación-MTC; (2008); *Manual para el Diseño de Carreteras Pavimentadas de bajo volumen de transito*; Cusco, Perú.

25. Ministerio de Transporte y Comunicación-MTC; (2010); *Resumen Ejecutivo del Departamento de Cusco de los Proyectos de Construcción Vial*; Cusco, Perú.
26. Ministerio de Transporte y Comunicación-MTC y Consorcio vial Valle Sagrado; (2011); *Proyecto de “Servicios de conservación vial por niveles de servicio de la red vial asfaltada de la carretera: Cusco-Pisac, Urcos-Laraya, Urubamba-Chincheros-Cachimayo, Yauri-San Genaro-Sicuani y Huacarpay-Huambutio-Pisac-San Luis -Quillabamba*; Cusco, Perú.
27. Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales-ONERRN; (1996); *Mapa ecológico del Perú, Guía explicativa*; Lima, Perú.
28. Organización de los Estados Americanos, Unidad de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente; (2004); *Series sobre Elementos de Políticas, Fascículo 1*.
29. Programa para la Gestión Ambiental y Social de los Impactos Indirectos del Corredor Vial Interoceánico sur; (2008); *Evaluación Ambiental Estratégica del Corredor Vial Interoceánico sur*; Perú.
30. Rafael Bahamondes C.; (2002); *Manejo de Cuencas Hidrográficas*; Chile.
31. Secretaría de Comunicaciones y Transporte, Instituto Mexicano del Transporte; (1999); *Catalogo de impactos ambientales generados por las carreteras y sus medidas de mitigación*; Mexico.
32. Sociedad Nogués Linares; (2005); *El Impacto de las Carreteras en el Desarrollo Urbano*; Unión Europea.
33. Valdivieso Grados Raúl W.; *Mejoramiento de la avenida José Gabriel Condorcanqui del distrito de la Esperanza*; Trujillo - La Libertad, Perú.

ANEXOS

- Anexo 1

Matriz de consistencia

- Anexo 2

Fotografías de las Zonas de Vida Natural.

- Anexo 3

Fotografías de la medición del talud

- Anexo 4

Fotografías de la medición del peralte

- Anexo 5

Fotografías de la medición del caudal

- Anexo 6

Fotografías de Zonas de Emergencia

- Anexo 7

Resultados del análisis de suelo

- Anexo 8

Información meteorológica de SENAMHI.

ANEXO 1: Matriz de consistencia.

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	MARCO TEORICO	HIPOTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
<p>¿Qué medidas correctivas se deben implementar a los impactos ambientales en la carretera Cusco - Quillabamba: Tramo Abra Málaga – San Luis para evitar el deterioro de la vía y no ocasionar impactos ambientales, sociales y económicos?</p>	<p>Objetivo General Proponer las acciones correctivas que permitan mitigar, restaurar y/o compensar impactos ambientales negativos a los efectos e impactos generados en la etapa de operación del tramo carretero: Abra Málaga-San Luis a fin de</p> <p>Objetivos Específicos.</p> <p>a. Caracterizar el ambiente en el área de estudio. b. Identificar las acciones que generan impactos ambientales negativos. c. Mensurar los efectos e impactos en campo. d. Sugerir acciones correctivas que permitan mitigar, restaurar y, minimizar los impactos ambientales negativos.</p>	<p>Antecedentes: Estudio de Impacto Ambiental de la carretera Cusco-Quillabamba: tramo Abra Malaga-San Luis 2000. Implementación de un proyecto de conservación vial 2010.</p> <p>Marco conceptual:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Medidas correctivas. • Impactos ambientales. • Peralte. • Importancia de las carreteras para el desarrollo. 	<p>La implementación de medidas correctivas a los impactos ambientales en la carretera Cusco Quillabamba: Tramo Abra Málaga – San Luis permitirá mitigar, restaurar y/o compensar los impactos ambientales negativos.</p>	<p>Variables independientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Medidas Correctivas <p>Variables dependientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Impactos ambientales 	<p>Tipo: es de tipo analítica, aplicada y de campo; experimental; cuantitativa y cualitativa</p> <p>Nivel: Correlacional, Explicativa y Retro prospectivo</p> <p>Método: se utilizó el método científico deductivo-inductivo.</p>

ANEXO 02: Zonas de vida natural

Foto N° 01: Primera Zona de Vida Natural (Abra Malaga).



Fuente: Elavoracion propia

Foto N° 02: Primera Zona de Vida Natural (Lagunas)



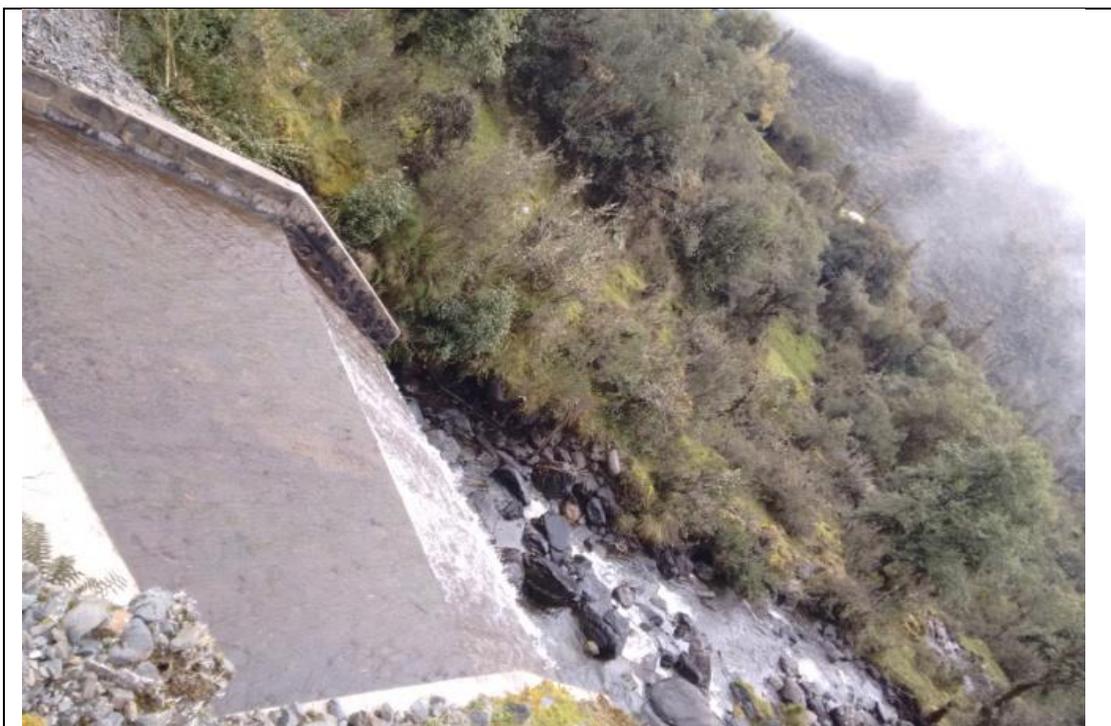
Fuente: Elavoracion propia

Foto N° 03: segunda Zona de Vida Natural (*Chusquea Spp.*)



Fuente: *Elavoracion propia*

Foto N° 04: Segunda Zona de Vida Nartural.



Fuente: *Elavoracion propia.*

Foto N° 04: Tercera Zona de Vida Natural(Bosque húmedo- subtropical).



Fuente: Elavoracion propia

Foto N° 05: Tercera Zona de Vida Natural (vista panorámica)



Fuente: Elavoracion propia

ANEXO 03: Medición de taludes

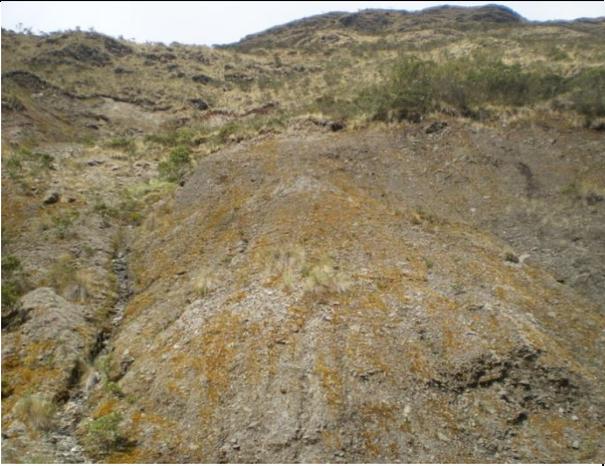
	
Foto N° 01: inicio del tramo (Abra Malaga).	Foto N° 02: Taludes del Abra Malaga.
	
Foto N° 03: talud con desprendimiento de rocas y sedimentos	Foto N° 04: talud empinado en el Km 140
	
Foto N° 05: talud del Km 143	Foto N° 06: talud empinado en el Km150



Foto N° 07: talud empinado en el Km147



Foto N° 08: Taludes Km 151



Foto N° 09: talud empinado en el Km 152



Foto N° 10: talud que bordea la curva.



Foto N° 11: talud elevado en el Km 155



Foto N° 12: talud con aguas superficiales en el Km

ANEXO N° 04: Medición del peralte

Foto N° 01: Medición del peralte.



Fuente: Elaboracion propia

ANEXO N° 05: Medición del caudal

Foto N° 01: Medición del caudal (método del cubo)



Fuente: Elaboracion propia

ANEXO N° 06: Zonas en Emergencia.

Foto N° 01: Primera Zona de Emergencia



Fuente: Elaboracion propia

Foto N° 02: segunda Zona de Emergencia (reducción de la plataforma)



Fuente: Elaboracion propia

Foto N° 03: Tercera Zona de Emergencia (derrumbe)



Fuente: Elaboracion propia

Foto N° 04: Cuarta Zona de Emergencia (invasión de la plataforma vial).



Fuente: Elaboracion propia

Foto N° 05: Quinta Zona de Emergencia (zona de peligro)



Fuente: Elaboracion propia

ANEXO N° 07: Resultados del análisis de suelo

ANEXO N° 08: Información SENAMHI