



UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA

LanammeUCR

Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales

Programa de Infraestructura del Transporte

Unidad de Gestión y Evaluación de la Red Vial Nacional

INFORME DE EVALUACIÓN

EIC-Lanamme-INF-1395-2023

RUTA NACIONAL No.206
TRAMO SAN MIGUEL DE DESAMPARADOS – CORRALILLO
DE CARTAGO
SECCIONES 10241, 10242 Y 10230

San José, Costa Rica

Setiembre, 2023



Documento generado con base en el Artículo 6, inciso c) de la Ley 8114 y lo señalado en el Capítulo II, Artículo 14 del Reglamento del Artículo 6 de la precitada ley, publicada mediante Decreto DE-37016-MOPT.



1. Informe EIC-Lanamme-INF-1395-2023		2. Copia No. 1
3. Título y subtítulo: INFORME DE EVALUACIÓN, RUTA NACIONAL No.206 TRAMO SAN MIGUEL DE DESAMPARADOS – CORRALILLO DE CARTAGO SECCIONES 10241, 10242 Y 10230		4. Fecha del Informe Setiembre 2023
5. Organización y dirección Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales Universidad de Costa Rica, Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica. Tel: (506) 2511-2500 / Fax: (506) 2511-4440		
6. Notas complementarias: No aplica		
7. Resumen El informe se enmarca dentro de la evaluación bienal de la Red Vial Nacional pavimentada de Costa Rica, encargada a la Universidad de Costa Rica por la Ley No. 8114. El objetivo es proporcionar información relevante para la toma de decisiones sobre la condición de la Ruta Nacional No.206. La evaluación incluye inspecciones de campo, una gira de seguimiento, evaluación de seguridad vial y análisis de riesgos, especialmente el "riesgo potencial de pérdida de conectividad". La metodología empleada incluyó el estudio de resultados de evaluaciones anteriores y una gira de campo en mayo de 2023, cubriendo las secciones de control de la Ruta Nacional No.206. Se realizaron observaciones in situ, evaluaciones de seguridad vial y análisis de riesgos mediante fotografías aéreas. Las conclusiones generales destacan preocupaciones sobre la estabilidad geotécnica, el manejo del agua de escorrentía y la seguridad vial. La falta de intervención inmediata amenaza la integridad de la infraestructura y la seguridad de los usuarios. El manejo inadecuado del agua puede causar erosión y deslizamientos, aumentando los costos de mantenimiento. La inversión en la ruta se vincula con el bienestar y desarrollo de las comunidades conectadas. Las conclusiones específicas señalan puntos críticos evidenciando deslizamientos y problemas con el agua de escorrentía. La falta de señalización representa riesgos directos. Sin intervención, la inversión pública está en riesgo. Las recomendaciones buscan abordar proactivamente los problemas identificados, incluyendo el refuerzo de señalización y sistemas de contención, estudios geotécnicos adicionales, establecimiento de sistemas de drenaje y la consideración de factores geológicos y geotécnicos para el diseño de soluciones. El enfoque es garantizar la seguridad vial y la preservación de la inversión pública en la Ruta Nacional No.206.		
8. Palabras clave Ruta Nacional No.206, taludes, deslizamientos, seguridad vial, infraestructura vial	9. Nivel de seguridad: Bajo	10. Núm. de páginas 42



11. Preparado por:		
Geol. Paulo Ruiz Cubillo, Ph.D. Geólogo UGERVN	Ing. Ronald Naranjo Ureña, PMP Ingeniero Civil UGERVN	Ing. Diego Herrera Fallas Ingeniero Civil UGERVN
12. Revisado por:		
Ing. Roy Barrantes Jiménez, MSc, PMP Coordinador UGERVN		Lic. Giovanni Sancho Sanz Asesor Legal
13. Aprobado por:		
Ing. Ana Luisa Elizondo Salas, MSc Coordinadora General PITRA		



Tabla de contenido

1. POTESTADES.....	5
2. OBJETIVO DE LA EVALUACIÓN.....	5
3. METODOLOGÍA Y ALCANCE DE LA EVALUACIÓN	5
3.1 Riesgo potencial de pérdida de conectividad.....	6
4. OBSERVACIONES SOBRE LOS SITIOS EVALUADOS	7
4.1 Localización de la zona de estudio	7
4.2 Geomorfología.....	10
4.2 Geología.....	13
4.3 Condición de los sitios de interés geológico y geotécnico	17
4.3.1 Punto 1 – Ruta Nacional No.206.....	17
4.3.2 Punto 2 – Ruta Nacional No.206.....	18
4.3.3 Punto 3 – Ruta Nacional No.206.....	19
4.3.4 Punto 4 – Ruta Nacional No.206.....	21
4.3.5 Punto 5 – Ruta Nacional No.206.....	23
4.3.6 Punto 6 – Ruta Nacional No.206.....	24
4.3.7 Punto 7 – Ruta Nacional No.206.....	26
4.3.8 Punto 8 – Ruta Nacional No.206.....	28
4.3.9 Punto 9 – Ruta Nacional No.206.....	31
4.3.10 Punto 10 – Ruta Nacional No.206.....	32
4.3.11 Punto 11 – Ruta Nacional No.206.....	33
4.3.12 Punto 12 – Ruta Nacional No.206.....	35
5. CONCLUSIONES GENERALES	39
5.1 Conclusiones específicas	40
6. RECOMENDACIONES.....	41



1. POTESTADES

El presente informe se enmarca en las funciones de evaluación bienal de la Red Vial Nacional pavimentada, que los Artículos 5 y 6 de la Ley No. 8114 de Simplificación y Eficiencia Tributarias encomienda a la Universidad de Costa Rica, a través del Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales de la Universidad de Costa Rica (LANAMMEUCR) “para garantizar la máxima eficiencia de la inversión pública de reconstrucción y conservación óptima de la red vial costarricense”.

2. OBJETIVO DE LA EVALUACIÓN

El objetivo de la evaluación es brindar de forma oportuna información relevante para la toma de decisiones por parte de la Administración, mediante la evaluación y el seguimiento de la condición que presenta la Ruta Nacional No.206, en el tramo entre San Miguel de Desamparados y el límite con el distrito de Corralillo del cantón de Cartago, en la provincia del mismo nombre. Se busca también darle seguimiento a una solicitud realizada el día 3 de mayo del 2023 mediante correo electrónico por la Señora Katya Chacón, representante de la Asociación de Desarrollo Integral de San Miguel y la Unión Cantonal de Asociaciones de Desarrollo del Cantón de Desamparados.

3. METODOLOGÍA Y ALCANCE DE LA EVALUACIÓN

Las evaluaciones que realiza la Unidad de Gestión y Evaluación de la Red Vial Nacional (UGERVN) del LanammeUCR, incluyen entre otras actividades las inspecciones de campo, con el fin de complementar y actualizar la información recabada en informes anteriores sobre el estado de los diferentes componentes de la infraestructura vial. Para este informe se cuenta con los resultados obtenidos de la evaluación realizada el año 2017 en varios sitios de interés en este tramo de la Ruta Nacional No.206, los cuales se describen en el oficio LM-IC-D-0866-2017.



Teniendo en cuenta esta información, se realizó una gira de campo el día 19 de mayo del 2023. En la gira se recorrió la totalidad de la Ruta Nacional No.206, iniciando en San Miguel de Desamparados y finalizando en el límite con la provincia de Cartago, en el distrito de Corralillo del cantón de Cartago. Las secciones de control comprendidas en este tramo de carretera son las siguientes: 10241, 10242 Y 10230.

En esta gira de seguimiento se realizaron observaciones in situ para un análisis visual del estado actual de varios de los componentes evaluados en el informe del 2017. Se incluyó la evaluación de la sección 10230, la cual corresponde al tramo de montaña de esta Ruta Nacional, en el sector sur de la ruta, cercano al límite con la provincia de Cartago.

Además, funcionarios de la Unidad de Seguridad Vial y Transporte (USVT) del PITRA, realizaron una evaluación de la ruta con el fin de determinar la condición de los elementos de seguridad vial presentes en la carretera.

A partir de fotografías aéreas perpendiculares y oblicuas capturadas en vuelos realizados con un vehículo aéreo no tripulado (VANT), se hizo un análisis de sitios vulnerables a procesos como inundaciones o deslizamientos.

Finalmente se procesó la información obtenida en campo, se evaluaron los sitios de interés y se preparó el presente informe. Se presentan los resultados de las evaluaciones, así como las conclusiones y las recomendaciones pertinentes.

3.1 Riesgo potencial de pérdida de conectividad

En el análisis de los puntos observados se incorpora una valoración técnica, por medio de observación y análisis del entorno de lo que se denomina "riesgo potencial de pérdida de conectividad" y se han definido tres niveles de riesgo potencial.

1. **Riesgo potencial bajo.** Cuando las condiciones del sitio observadas revelan una probabilidad de generar, bajo ciertas condiciones del entorno, una pérdida parcial de la conectividad del corredor, pero con posibilidades de recuperar esta conectividad con intervenciones pequeñas o cuando la sección muestre algún nivel de redundancia en



la conectividad (rutas alternas o condiciones topográficas favorables) o sea una ruta que forma parte de la red básica de acceso o de los conectores de Integración territorial definidos en el Plan Nacional de Transportes.

2. **Riesgo potencial medio.** Cuando las condiciones del sitio observadas revelan una probabilidad de generar, bajo ciertas condiciones del entorno, una pérdida significativa de la conectividad del corredor, con la posibilidad de recuperar esta conectividad con intervenciones importantes, pero con algún nivel de redundancia en la conectividad (rutas alternas o condiciones topográficas favorables) o sea una ruta que forma parte de la Red de Distribuidores Regionales definida en el Plan Nacional de Transportes.

3. **Riesgo potencial alto.** Cuando las condiciones del sitio observadas revelan una probabilidad de generar, bajo ciertas condiciones del entorno, una pérdida total de la conectividad del corredor, con la posibilidad de recuperar esta conectividad con intervenciones mayores y con poca o nula redundancia en la conectividad (inexistencia de rutas alternas o condiciones topográficas favorables) o sea una ruta que forma parte de la Red de Alta Capacidad definida en el Plan Nacional de Transportes.

4. OBSERVACIONES SOBRE LOS SITIOS EVALUADOS

4.1 Localización de la zona de estudio

La Ruta Nacional N°206 se ubica en el cantón de Desamparados, distrito de San Miguel al sureste de la capital, San José. La ruta está influenciada principalmente por su ubicación en el Valle Central y con una topografía variada, con montañas hacia el sector sur y una zona plana hacia el sector norte.

Inicia en el Cruce con la Ruta Nacional No. 209 a una altitud de 1666 m s.n.m. y termina en el cruce conocido como Musgo Verde en Corralillo en la provincia de Cartago con la Ruta Nacional No. 228, a una altitud de 1899 m s.n.m. Está conformada por tres secciones de control (10241, 10242 y 10230) que en total tienen una longitud de 10.49 km. En la figura 1



se muestran las diferencias topográficas en cada una de estas secciones y los puntos evaluados para este informe.

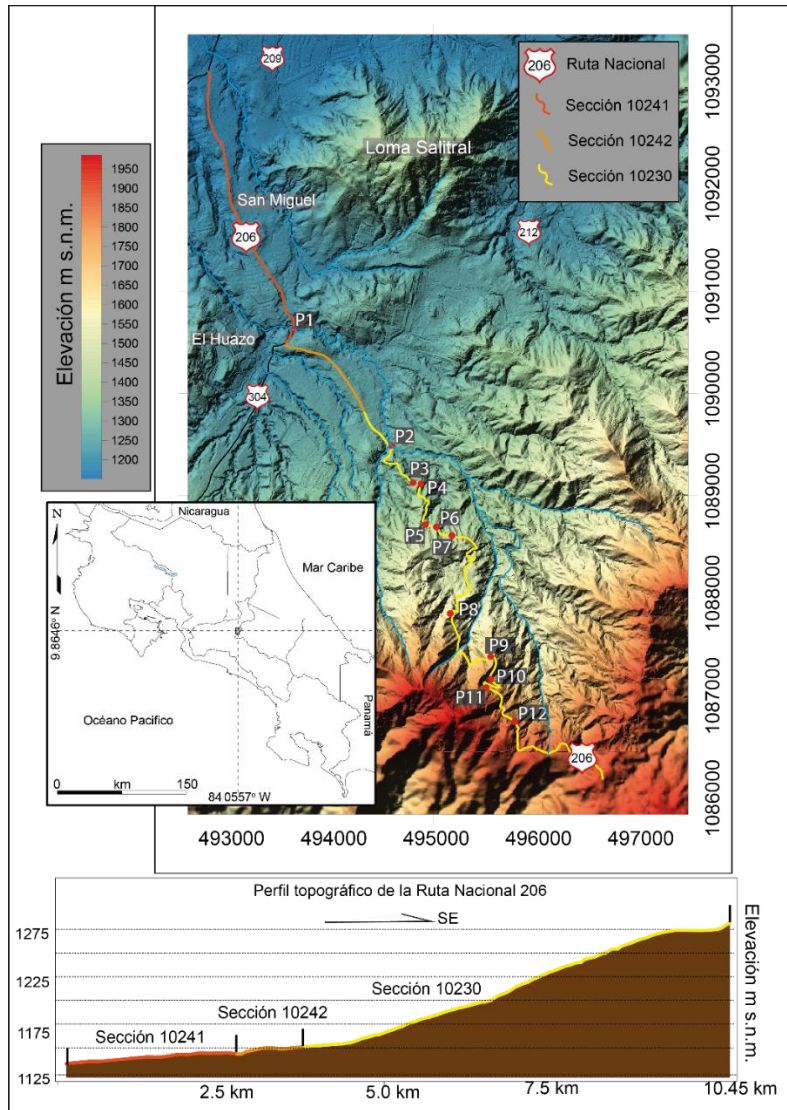


Figura 1. Ubicación de la Ruta Nacional 206 en su contexto geográfico, se muestra un perfil topográfico de las secciones estudiadas.



Desde la zona con mayor altitud hasta el sector más bajo la ruta atraviesa al menos cuatro ríos o quebradas, el trazado es cercano al recorrido del Río Jorco y algunos de sus afluentes, sobre todo en la zona baja del trazado, es decir, en el sector más urbano.

Esta Ruta Nacional está dividida en tres secciones de control, según se muestra en el Cuadro 1 y se aprecia en la Figura 1.

Cuadro 1. Secciones de control Ruta Nacional No.206.

Sección	Largo (km)
10241	2,91
10242	1,07
10230	6,51

Tal como se puede apreciar del Cuadro 1, las primeras dos secciones de la Ruta (10241 y 10242) corresponden con las zonas urbanas de San Miguel e Higuito de Desamparados y representan un 38% del total de la ruta, la tercera sección corresponde principalmente con la zona de montaña y abarca 6,51 km, o sea el restante 62% del total.

La ubicación de los sitios evaluados de interés geológico y geotécnico se presenta en el Cuadro 2.



Cuadro 2. *Coordenadas de la ubicación de los sitios evaluados.*

Sitio	Latitud	Longitud	CRTM-05	
P_01_R206	9,863287	84,057994	492794,684	1090480,184
P_02_R206	9,853037	84,049327	494589,947	1089491,094
P_03_R206	9,849754	84,047390	494802,341	1089127,977
P_04_R206	9,849644	84,046694	494878,675	1089115,801
P_05_R206	9,846054	84,046284	494923,589	1088718,756
P_06_R206	9,845841	84,045311	495030,304	1088695,185
P_07_R206	9,845071	84,043930	495181,760	1088610,006
P_08_R206	9,838201	84,044074	495165,866	1087850,216
P_09_R206	9,834393	84,040472	495560,891	1087429,017
P_10_R206	9,832375	84,040442	495564,154	1087205,835
P_11_R206	9,831651	84,040865	495517,748	1087125,769
P_12_R206	9,828643	84,038329	495795,870	1086793,065

Fuente: LanammeUCR, 2023.

4.2 Geomorfología

Los estudios de geomorfología son de suma relevancia en carreteras de montaña, tal como sucede en un tramo importante de la Ruta Nacional No. 206. Estos estudios proporcionan insumos para identificar riesgos geológicos, como los deslizamientos y las fallas. Estos eventos pueden afectar la estabilidad de la carretera y representar peligros para los usuarios.

Con el aumento de eventos climáticos extremos, como tormentas más intensas, la geomorfología es esencial para evaluar cómo afectará el cambio climático a las carreteras de montaña y cómo se pueden tomar medidas de adaptación. Los estudios geomorfológicos son fundamentales para garantizar una planificación y construcción adecuadas, así como para mitigar los riesgos geológicos y proteger la seguridad de los usuarios y la conservación del medio ambiente en estas áreas de alta complejidad geológica.



Entre los trabajos geomorfológicos que se han realizado anteriormente en el sector sur de San José y los Cerros del Cantón de Desamparados donde se ubica la Ruta Nacional No. 206, se pueden mencionar (Bergoeing, 1981; Hernández & Vargas, 1992; Zamora, 2005, Soto et al., 2012 y Ruiz & Soto 2014).

En general el territorio de la zona de estudio es atravesado por varios ríos y quebradas, que tienen un papel importante en la conformación de su geomorfología fluvial, generando valles fluviales y abanicos aluviales. Algunos de los ríos más importantes son: el río Jorco y sus afluentes, el río Tiribí y el río María Aguilar ubicado más al norte de la zona de estudio.

Las formas de las áreas montañosas de la zona de estudio conforman laderas denudacionales que son productos de la meteorización y erosión de diferentes tipos de materiales rocos, entre ellos: rocas sedimentarias, volcánicas e intrusivas. Las pendientes en estas zonas pueden variar de alta ($>35^\circ$), moderadas ($35-15^\circ$) a bajas ($<15^\circ$). Las zonas montañosas con pendientes moderadas son más propensas a presentar deslizamientos, especialmente durante la temporada de lluvias intensas. También los deslizamientos pueden ser generados por sismos.

En la zona de estudio hay un fuerte control estructural generado por fallas locales. Estas fallas generan una actividad sísmica moderada y han moldeado el terreno generando morfologías como: sillas de falla, cerros aislados y facetamiento. En la figura 2 se muestra el mapa geomorfológico de la zona de estudio.

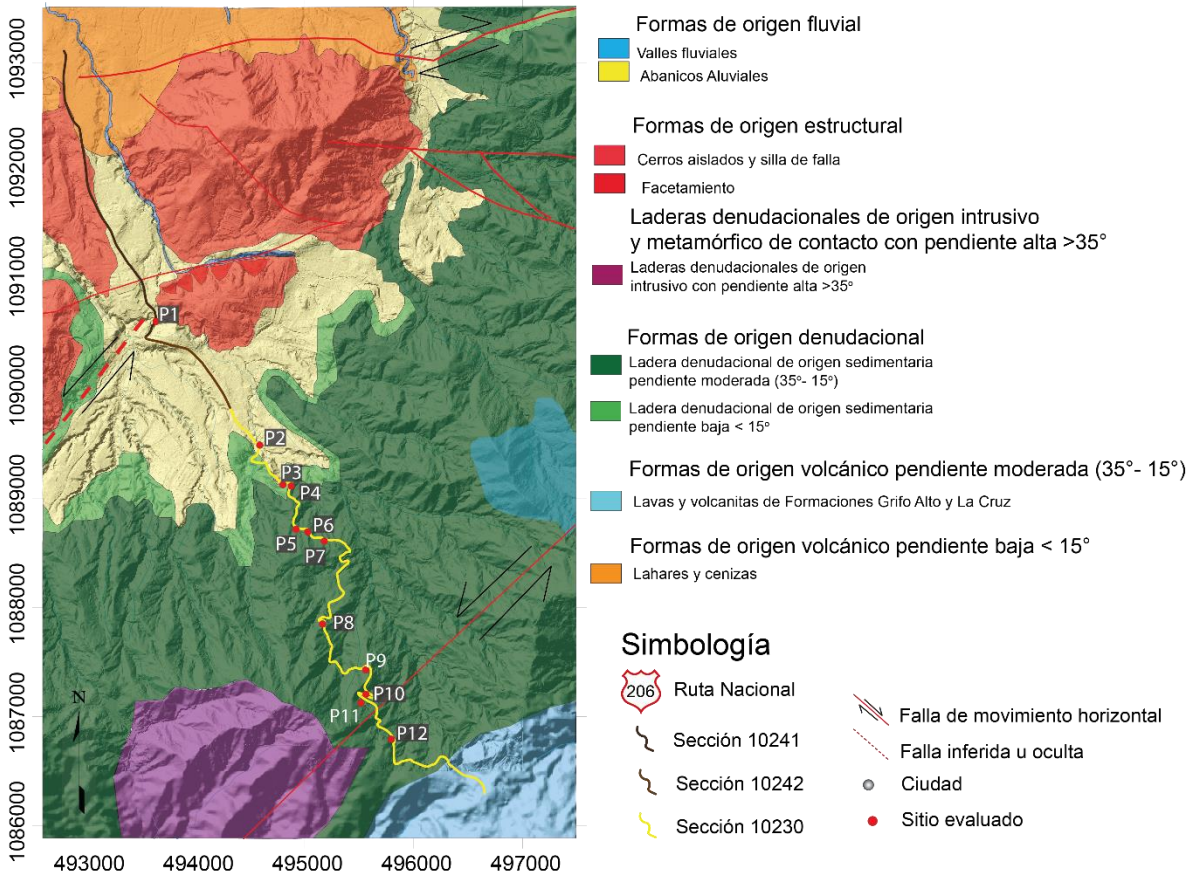


Figura 2. Mapa geomorfológico de la zona de estudio

Desde un sector con mayor elevación, como el que presenta la zona de estudio, se puede apreciar el paisaje modelado por los procesos geológicos, en la Figura 3, se pueden observar los cerros aislados, las laderas denudacionales y las zonas planas que corresponde con los abanicos aluviales del sector de San Miguel de Desamparados.



Figura 3. Fotografía aérea donde se observan las diferentes morfologías de la zona de estudio.

4.2 Geología

La base geológica fundamental y el conocimiento reciente del cartografiado geológico del Valle Central proviene del trabajo de Denyer y Arias (1991). A partir de ese trabajo, se ha mejorado con el tiempo el entendimiento de la estratigrafía y descripción de las formaciones geológicas del Valle Central, las principales contribuciones posteriores han venido de trabajos como: Climent & Bolaños; 1999, Hidalgo et al., 2004; Méndez & Hidalgo, 2004; Soto et al., 2012 y Ruiz y Soto, 2014.

Las unidades geológicas que se encuentran en el sector sureste de San José y que están relativamente cerca del sitio de interés de este informe, son, desde la más vieja hasta la más reciente y siguiendo la estratigrafía geológica, las siguientes formaciones: Peña Negra,



San Miguel, Coris, La Cruz, Intrusivo de Escazú, Lahares (Lavina) y cenizas, así como depósitos recientes de aluviones y coluvios. según se aprecia en la siguiente Figura 4..

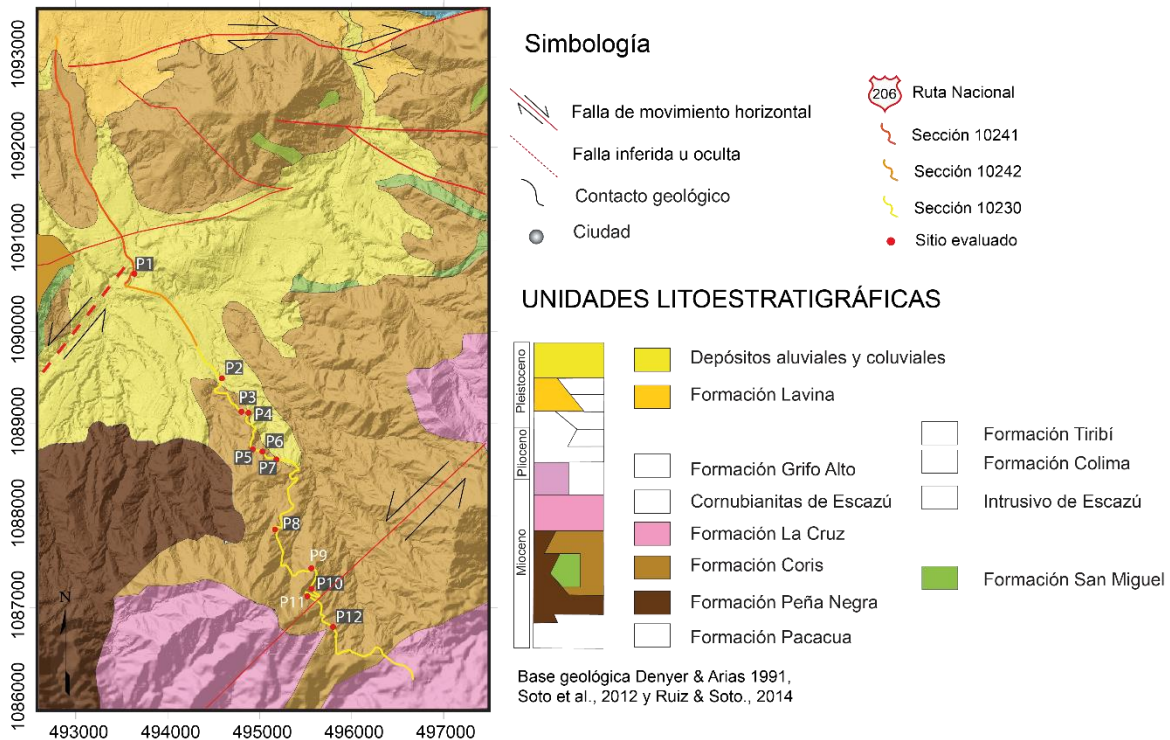


Figura 4. Mapa Geológico local de la zona de estudio basado y modificado de Ruiz y Soto 2014. En la simbología se presenta toda la estratigrafía del Valle Central, pero, en color más oscuro se presentan las formaciones que aparecen en el área de estudio en detalle.

Se puede observar que los puntos evaluados P1 y P2 que son los que se ubican a menor altitud en comparación con el resto, corresponden con la zona donde afloran los materiales asociados geológicamente con abanicos aluviales. Mientras que el resto de los sitios



evaluados se encuentran en un sector donde lo que aflora está relacionado con la Formación Coris. Las rocas de esta formación corresponden con Ortocuarzitas blancuzcas a moráceas.

En las lomas Salitral y San Antonio, afloran algunas cuarcitas blancoamarillentas, pero en general son diferentes facies, ricas en tobas, grauvacas, brechas volcanoclásticas y arcosas. En general son bancos decimétricos, métricos o masivos. Según Fischer & Franco (1979), los ambientes de depositación de estas rocas fueron desde litorales hasta terrestres con algunas facies volcánicas claras. La edad que determinan Fischer & Franco (1979) es del Mioceno Medio-Superior, y el esquema cronoestratigráfico regional propuesto por Denyer & Arias (1991) es coherente con esta edad. Los espesores no han podido ser evaluados debido a lo restringido de los afloramientos y contactos, y a la cercanía de varias fallas y pliegues Estructural). Denyer & Arias (1991) estiman un espesor del orden de 500 m.

Los materiales asociados a la Formación Coris, fueron calificados por Ruiz & Soto (2014) con una susceptibilidad litológica alta a generar deslizamientos. Cuando otros factores como pendientes altas y saturación de suelos se juntan genera que las zonas donde afloran estos materiales en esas condiciones tengan una susceptibilidad alta a generar deslizamientos.

Los abanicos coluvio-aluviales del sector de los Cerros de Desamparados son amplios y de una geometría y anatomía compleja y de amplia evolución, de modo que se interdigitan en parte con los depósitos volcánicos más recientes, en particular las Formaciones Tiribí y Lavina. Como se ha recalado en el punto subcapítulo correspondiente a su morfología, se ubican principalmente en la parte central de la zona de estudio, y sobre ellos se encuentran asentadas la ciudad de, Desamparados. Presentan una morfología angosta en las zonas de mayor altitud (> 1250 m s.n.m.) y se van extendiendo al disminuir la pendiente y la altitud promedio (1000 m s.n.m.). Los lóbulos más extensos de estos abanicos llegan a medir hasta ~2 km de longitud. Las pendientes predominantes en esta unidad son de 5 - 15°).



Tectónica y fallas

Como ya se mencionó en la sección de geomorfología, varias de las fallas y estructuras han contribuido a la formación de ciertas geoformas (escarpes, sillas de falla, cerros aislados, entre otras). Estudios anteriores se han enfocado en la ubicación, descripción y extensión de estas fallas neotectónicas y su relación con sismicidad histórica y reciente (Montero et al., 1989; Denyer & Arias, 1991; Woodward & Clyde, 1993, Fernández & Montero, 2002; Montero et al., 2005; Montero et al., 2012 y Henar et al., 2013). La principal falla en la zona de estudio es la Falla Salitral.

Falla Salitral

Estudiada previamente por Denyer & Arias (1990) y Arias & Denyer (1991), está ubicada en la parte sur de la zona de estudio. Se trata de una falla con una traza sugerida con rumbo SW-NE y con una longitud de al menos 9 km, donde gran parte de su traza está dentro del área de estudio en detalle. Se sugiere un movimiento de rumbo hacia la izquierda con base en varias divisorias desplazadas. A esta falla se le atribuye el enjambre sísmico de junio de 1994, que afectó la zona de Lomas de Salitral, según Rojas et al. (1994).



4.3 Condición de los sitios de interés geológico y geotécnico

4.3.1 Punto 1 – Ruta Nacional No.206.



Figura 5. Punto 1, Ruta Nacional No.206.

Observaciones:

En este Punto 1 se observaron varios deslizamientos en el margen izquierdo del río aguas arriba del puente. La inestabilidad del terreno en ese sector podría generar deslizamientos más grandes que impidan el paso de agua por el cauce y generar el desbordamiento del río, afectando la carretera. También es importante considerar el cambio de dirección del agua para poder pasar abajo del puente. El impacto del agua contra los taludes puede generar erosión e inestabilidad.



«Informe técnico»
Página 18

Recomendaciones:

Se recomienda seguir un monitoreo constante de la condición de los taludes aguas arriba de este puente. Mantener el cauce libre de desechos y basura que pueda afectar el paso de agua y acumulación de escombros bajo el puente.

4.3.2 Punto 2 – Ruta Nacional No.206.



Figura 6. Punto 2, Ruta Nacional No.206.

Observaciones:

Este es un sector donde debido a la construcción de muros e infraestructura en la margen izquierda se ha condicionado el espacio por donde el agua puede pasar. Esto implica que



los procesos erosivos van a ser intensos en momentos en que el río tenga mucho caudal. La afectación a esos muros podría implicar inestabilidad en zonas cercanas a la ruta y sus accesos.

Recomendaciones:

Se recomienda seguir un monitoreo constante de los taludes, muros e infraestructura tanto aguas arriba como aguas abajo de este puente, con el fin de identificar deterioros, deslizamientos o deformaciones que indiquen problemas de estabilidad. Mantener el cauce libre de desechos y basura que pueda afectar el paso de agua y acumulación de escombros bajo el puente.

4.3.3 Punto 3 – Ruta Nacional No.206.



Figura 7. Punto 3, Ruta Nacional No.206. Deslizamiento en talud al costado derecho de la vía (sentido San Miguel – Corralillo).



Observaciones:

Se observó evidencia de un deslizamiento que tuvo lugar en el talud de corte al costado derecho de la vía. El deslizamiento tiene aproximadamente 6 m de altura y 8 m de ancho en su parte más baja, al nivel de la vía. El material del talud corresponde con suelo fino residual, lo cual lo hace susceptible a la erosión. Actualmente cerca de un tercio del área que quedó expuesta luego del deslizamiento está cubierta con plástico, según se observa en la Figura 7.

La cuneta al pie del talud presenta un deterioro importante, siendo un impedimento para la adecuada conducción del agua de escorrentía en este punto de la ruta.

Considerando las condiciones del sitio y tomando en cuenta que el talud es de poca altura, se establece una condición de Riesgo Potencial Bajo. Se toma en cuenta que las condiciones del sitio observadas revelan una probabilidad de generar una pérdida parcial de la conectividad del corredor, pero con posibilidades de recuperar esta conectividad con intervenciones pequeñas.

Recomendaciones:

Se recomienda a la Administración realizar una evaluación geológica y geotécnica de este sitio, con el fin de determinar las acciones requeridas para evitar que el deterioro continúe, ya sea mediante medidas de estabilización o protección superficial para este talud. Se recomienda también reconstruir la cuneta al pie del talud para mantener controlada el agua de escorrentía, así mismo, como parte de una solución integral, evaluar la necesidad de implementar más obras para el manejo del agua en el sitio de este deslizamiento.



4.3.4 Punto 4 – Ruta Nacional No.206.



Figura 8. Punto 4, Ruta Nacional No.206. Deslizamientos y erosión en talud al costado derecho de la vía (sentido San Miguel – Corralillo).

Observaciones:

En este punto se identificó un talud de corte al costado derecho de la vía que presenta evidencia de deslizamientos y deterioro por erosión. El suelo fino que presenta es susceptible a la erosión, tal como se evidenció por la acumulación de suelo fino al pie del talud.

En la parte alta se localizan varios árboles cuyas raíces han contribuido a disminuir la pérdida de suelos finos y rocas decimétricas. Sin embargo, la cercanía de algunos de estos árboles con la corona de los deslizamientos y el efecto de la erosión ha provocado la pérdida del terreno que les daba sustento.



«Informe técnico»
Página 22

Considerando las condiciones observadas en el sitio se establece un Riesgo Potencial Bajo de pérdida de conectividad para este punto. Se toma en cuenta que las condiciones del sitio observadas revelan una probabilidad de generar una pérdida parcial de la conectividad del corredor, pero con posibilidades de recuperar esta conectividad con intervenciones pequeñas.

Recomendaciones:

Se recomienda a la Administración realizar una evaluación geológica y geotécnica de este sitio, con el objetivo de determinar su condición actual y establecer las acciones requeridas para evitar que el deterioro continúe avanzando. Considerar, por ejemplo, medidas de estabilización o de protección superficial para este talud, así como el diseño y construcción de obras para el manejo del agua de escorrentía.



4.3.5 Punto 5 – Ruta Nacional No.206.



Figura 9. Punto 5, Ruta Nacional No.206.

Observaciones:

En este punto se identificó un acceso a una propiedad que presenta una obstrucción en la cuneta de drenaje al costado de la vía. El material depositado en la cuneta está obstruyendo la circulación del agua de escorrentía, lo que puede provocar el desvío de las aguas hacia la carretera.

Recomendaciones:



Se recomienda a la Administración realizar una intervención en este sitio tendiente a reestablecer las condiciones que permitan el paso fluido del agua de escorrentía en la cuneta que actualmente está obstruida. En caso necesario considerar también la reconstrucción de la cuneta, de forma tal que cumpla su función de captación y conducción del agua de escorrentía.

4.3.6 Punto 6 – Ruta Nacional No.206.



Figura 10. Punto 6, Ruta Nacional No.206.



Observaciones:

En este sitio se observó al costado izquierdo de la vía (sentido San Miguel – Corralillo) una roca de aproximadamente 2 m de altura que se localiza al pie de un talud de corte. En las condiciones del lugar esta roca disminuye la visibilidad y debido a la cercanía con la carretera es un objeto fijo que puede ser impactado por un vehículo.

Adicionalmente, si la condición de estabilidad de la roca se ve afectada por pérdida o saturación del material que le da soporte o el efecto de un sismo, entonces puede representar también un riesgo para los usuarios si llegara a caer sobre la carretera.

Recomendaciones:

Se recomienda considerar la ejecución de una evaluación geológica y geotécnica de las condiciones de este sitio, relativa a la situación antes descrita de la roca al costado de la vía.

De acuerdo con los resultados de dichas evaluaciones, se recomienda considerar intervenciones tendientes a disminuir el riesgo potencial para los usuarios, producto de la presencia de esta roca al costado de la carretera.



4.3.7 Punto 7 – Ruta Nacional No.206.



Figura 11. Punto 7, Ruta Nacional No.206. Deslizamiento al costado de la carretera.

Observaciones:

En el Punto 7 de interés geológico y geotécnico se identificó un deslizamiento al costado izquierdo de la vía (sentido San Miguel – Corralillo). Actualmente este deslizamiento afecta una parte de la ladera y también a un tramo de la estructura del pavimento.

Tal como se aprecia en la Figura 11, el deslizamiento que afecta el borde del pavimento ha provocado la pérdida del confinamiento lateral y la reducción del ancho de la vía, en un tramo de aproximadamente 8 metros de longitud.



La interrupción en la cuneta producto del deslizamiento, estaría provocando que el agua de escorrentía se descargue hacia el deslizamiento, lo que agrava el problema por la pérdida del suelo y la saturación del terreno.

Considerando las condiciones observadas en este sitio se establece una condición de Riesgo Potencial Bajo. Se toma en cuenta que las condiciones del sitio observadas revelan una probabilidad de generar una pérdida parcial de la conectividad del corredor, pero con posibilidades de recuperar esta conectividad con intervenciones pequeñas.

Recomendaciones:

Para la atención de este sitio se recomienda considerar evaluar las condiciones geológicas y geotécnicas que puedan afectar la estabilidad del terreno que da soporte a la carretera. Así como la realización de estudios de estabilidad que permitan determinar la condición actual del terreno y la necesidad de diseñar obras de estabilización y protección, con el fin de evitar una mayor afectación que pueda eventualmente perjudicar el paso de vehículos por este sitio.

Se recomienda también incluir la reconstrucción de la cuneta de concreto y otros sistemas de drenaje requeridos en este sitio, con el fin de evitar un mayor deterioro por la acción erosiva del agua.



4.3.8 Punto 8 – Ruta Nacional No.206.



Figura 12. Punto 8, Ruta Nacional No.206. Deslizamiento al costado izquierdo de la vía, en sentido San Miguel – Corralillo.

Observaciones:

En el Punto 8 de interés geotécnico se identificó un deslizamiento al costado de la carretera, el cual afecta el terreno que da soporte a la vía. En este tramo la superficie de ruedo consiste de material granular o lastre, con muy poco espesor y en una condición suelta.

El deslizamiento se da en el terreno nativo del sitio. Al momento de la evaluación el borde del deslizamiento había alcanzado la superficie de ruedo, ya que se ha perdido parte del material en el borde de la vía, tal como se aprecia en la Figura 12.



No se observó ningún tipo de señal preventiva o medida de contención para evitar que los vehículos se salgan de la vía en este punto.



Figura 13. Punto 8, Ruta Nacional No.206.

Tomando en cuenta las condiciones observadas en el sitio del Punto 8, se establece una condición de Riesgo Potencial Medio. Se toma en cuenta que las condiciones del sitio revelan una probabilidad de generar, bajo ciertas condiciones del entorno, una pérdida



significativa de la conectividad del corredor, con la posibilidad de recuperar esta conectividad con intervenciones importantes, como en este caso la recuperación del ancho de la vía y la estabilización del terreno.

Recomendaciones:

Para la atención de este punto se recomienda a la Administración considerar estudios geológicos y geotécnicos de caracterización, modelación y análisis de estabilidad, con el fin de determinar la condición actual de esta ladera y valorar la necesidad de realizar intervenciones que permitan restituir la estabilidad del terreno que da soporte a la vía, así como obras de protección superficial y manejo del agua de escorrentía.

Así mismo considerar medidas temporales que mejoren la seguridad vial en este sitio, con el objetivo de prevenir a los usuarios del riesgo derivado de la reducción del ancho de la vía producto del deslizamiento.



4.3.9 Punto 9 – Ruta Nacional No.206.



Figura 14. Punto 9, Ruta Nacional No.206.

Observaciones:

En este sitio se identificó un talud de corte al costado izquierdo de la vía (sentido San Miguel – Corralillo) que presenta deterioro por erosión. Esta condición genera pérdida de suelo en el talud y acumulación de sedimentos en los sistemas de drenaje. El suelo residual que conforma del talud es susceptible a la erosión, lo que aumenta su vulnerabilidad por este factor de deterioro.

Recomendaciones:

Se recomienda a la Administración, considerar el diseño y la implementación de un sistema de control de erosión para el talud evaluado en el Punto 9. Considerar el análisis del manejo del agua de escorrentía en este sitio, para determinar, por ejemplo, la necesidad de construir contracunetas u otros elementos que permitan captar y conducir el agua sin que se produzca el deterioro en el talud. Evaluar también la necesidad de emplear materiales



diseñados para control de erosión y vegetación apta para la zona, con el fin de favorecer la revegetación del talud.

4.3.10 Punto 10 – Ruta Nacional No.206.



Figura 15. Punto 10, Ruta Nacional No.206.

Observaciones:

En este sitio se identificó un deterioro en el costado izquierdo de la vía, en el sentido San Miguel – Corralillo. El deterioro consiste en la pérdida del material de la carretera en dicho costado, según se pudo observar, este deterioro muy probablemente se deba a la acción erosiva del agua de escorrentía, siendo también que en este punto se observó una alcantarilla con tubería de concreto de aproximadamente 40 cm de diámetro, y el material que está siendo erosionado sería parte del relleno alrededor y sobre la tubería de la alcantarilla.



La alcantarilla no cuenta con los elementos necesarios para evitar este tipo de deterioros, se notó la ausencia de un muro de cabezal, aletones y protección en la salida de la alcantarilla.

Recomendaciones:

Se recomienda considerar el diseño y construcción de las obras hidráulicas faltantes en este sitio para el manejo del agua de escorrentía y la protección del relleno que está siendo arrastrado por el agua.

4.3.11 Punto 11 – Ruta Nacional No.206.



Figura 16. Punto 11, Ruta Nacional No.206.



Observaciones:

En este sitio se identificó un deslizamiento al costado izquierdo de la vía (sentido San Miguel – Corralillo). Actualmente el deslizamiento ha provocado la pérdida de una parte del material en el borde de la vía. En este tramo el deterioro de la superficie de rueda es extenso, una parte importante del pavimento asfáltico se ha perdido y la mayor parte de la superficie está cubierta únicamente por material granular.

El deslizamiento se da en el terreno que da soporte a la vía, y según se pudo observar es el terreno nativo del sitio el que ha presentado la inestabilidad. La pérdida de terreno está provocando la reducción del ancho de la vía, con el consecuente impacto en la seguridad de los usuarios.

Considerando las condiciones observadas en este sitio se establece una condición de Riesgo Potencial bajo. Se toma en cuenta que las condiciones del sitio observadas revelan una probabilidad de generar una pérdida parcial de la conectividad del corredor, pero con posibilidades de recuperar esta conectividad con intervenciones pequeñas.

Recomendaciones:

Se recomienda a la Administración considerar la ejecución de estudios geológicos y geotécnicos que permitan conocer la condición actual del terreno y determinar la necesidad de diseñar y construir obras para la estabilización del material que da soporte a la vía en este tramo.

Analizar también la necesidad de mejorar las obras para la captación y conducción del agua de escorrentía en este sector, con el fin de evitar mayores deterioros por este factor.



4.3.12 Punto 12 – Ruta Nacional No.206.



Figura 17. Punto 12, Ruta Nacional No.206.

Observaciones:

En el Punto 12 de interés geológico y geotécnico evaluado en esta Ruta Nacional, se identificó un deslizamiento al costado de la vía, el cual está afectando el terreno que da soporte a la ruta. Según se pudo observar, el deslizamiento tiene lugar en el suelo nativo del sitio y está afectando la estructura del camino, el cual es de lastre en este sector.

La corona (borde superior) del deslizamiento se localiza dentro del camino, por lo que ha generado una disminución del ancho de vía disponible para el tránsito vehicular, lo que representa un riesgo para los usuarios por lesiones ante una eventual caída del vehículo hacia el deslizamiento.



No se observaron medidas de contención para evitar la caída de vehículos hacia el deslizamiento, ni señales de prevención que adviertan a los usuarios del peligro por la reducción del ancho de la vía.

Tomando en cuenta las condiciones observadas en el sitio, se establece una condición de Riesgo Potencial Medio. Se toma en cuenta que las condiciones del sitio revelan una probabilidad de generar, bajo ciertas condiciones del entorno, una pérdida significativa de la conectividad del corredor, con la posibilidad de recuperar esta conectividad con intervenciones importantes, como en este caso la recuperación del ancho de la vía y la estabilización del terreno.

Recomendaciones:

Se recomienda a la Administración valorar la necesidad de realizar estudios geológicos y geotécnicos que permitan caracterizar adecuadamente el sitio y determinar la condición actual de este talud, así como las características de las obras de contención y protección superficial requeridas para garantizar la estabilidad del terreno que da soporte a la vía.

Se recomienda también considerar el diseño y construcción de obras para el manejo del agua de escorrentía, con el fin de evitar el deterioro del camino y de las obras de estabilización que sean consideradas para su solución.

En cuanto a la seguridad vial, se recomienda la instalación de señales preventivas y elementos de contención vehicular adecuados, que permitan al usuario conocer las condiciones de este sitio y prevenir la caída de vehículos hacia el deslizamiento.



Observaciones sobre la ruta en la sección de montaña





Figura 18. Ruta Nacional No.206. Sección 10230, sector de montaña. Se observa el deterioro en la carpeta asfáltica, la cual en algunos tramos ya es inexistente.

Observaciones:

La sección 10230 de la Ruta Nacional No.206 se caracteriza por ser una ruta de montaña, con pendientes elevadas y un trazado sinuoso que a su vez conllevan velocidades de tránsito vehicular bajas con el fin de mantener una conducción segura en estas condiciones.

Según se puede apreciar en las fotografías de la Figura 18, existen varios tramos en esta Ruta Nacional que presentan un deterioro significativo de la superficie de ruedo.

En la gira de evaluación realizada se observó que en algunos tramos la carpeta asfáltica se ha desprendido total o parcialmente, lo que ha expuesto las capas granulares inferiores. Estas capas granulares sufren de deterioro por el paso vehicular y la acción erosiva del agua de escorrentía.



El deterioro presente en la superficie de ruedo provoca condiciones de inseguridad para los usuarios, debido a la elevada pendiente de algunos tramos en combinación con la condición suelta del material granular, lo que puede provocar la pérdida del control del vehículo en una zona de montaña con elevadas pendientes en las laderas.

Recomendaciones:

Se recomienda a la Administración considerar el diseño, mantenimiento y reconstrucción del pavimento en los tramos deteriorados de la Ruta Nacional No.206. Valorar la condición de deterioro antes descrita que presenta el sector de montaña de esta ruta, principalmente la sección 10230.

Además, se recomienda implementar programas de mantenimiento para la atención de los diferentes elementos de la carretera, de forma que se puedan garantizar la calidad de la infraestructura y la seguridad de los usuarios.

5. CONCLUSIONES GENERALES

Producto de la evaluación realizada en los sitios de interés geológico y geotécnico de la Ruta Nacional No.206, se concluye que existen varios sitios con condiciones que requieren de la atención e intervención adecuada y con inmediatez por parte de la Administración.

Aspectos como la estabilidad geotécnica y geológica, que se evidencian problemáticos en varios puntos, plantean riesgos directos para la integridad de la infraestructura y, por ende, para quienes la utilizan. La seguridad vial, comprometida por la falta de señalización y medidas de contención, no solo representa un peligro a los usuarios, sino que también implica un desafío para la Administración en términos de garantizar carreteras seguras y eficientes.



Además, la gestión del agua de escorrentía surge como una preocupación significativa. El agua, cuando no se maneja adecuadamente, puede ser un agente destructivo, erosionando taludes, deteriorando la superficie de la carretera y desencadenando deslizamientos. Esto no solo compromete la estructura de la vía, sino que también puede acelerar el deterioro del pavimento, lo que se traduce en costos más altos de mantenimiento y reparación en el futuro.

Es esencial reconocer que la inversión en esta ruta se traduce en el bienestar y desarrollo de las comunidades que dependen de ella. Por lo tanto, la preservación de esta inversión no solo se traduce en mantener una carretera en buenas condiciones, sino también en asegurar un futuro sostenible y próspero para las comunidades que la Ruta Nacional No.206 conecta.

5.1 Conclusiones específicas

Estabilidad del Terreno: Varios puntos, específicamente los Puntos 7, 8, 11 y 12, evidencian problemas relacionados con deslizamientos que afectan la estabilidad de la carretera. En particular, los Puntos 8 y 12 presentan situaciones en las que el deslizamiento ha alcanzado la superficie de la carretera, lo que pone en peligro la integridad estructural de la vía y la seguridad de los usuarios. Estos deslizamientos, al no ser atendidos, pueden llevar a cierres de carreteras, desvíos y accidentes.

Manejo del Agua de Escorrentía: Los Puntos 7, 9 y 10 resaltan el efecto perjudicial del agua de escorrentía, principalmente debido a la falta de sistemas adecuados de drenaje y control de erosión. Esta erosión no solo desencadena deslizamientos, sino que también provoca el deterioro del pavimento y la acumulación de sedimentos, como se observa en el Punto 9. La falta de elementos de manejo del agua adecuados, como en el Punto 10, puede comprometer aún más la estructura de la carretera y acelerar el deterioro.



Seguridad Vial: Los Puntos 6, 7, 8 y 12 evidencian falta de señalización preventiva y medidas de contención en áreas donde existen riesgos geotécnicos evidentes. Esta omisión representa un riesgo directo para los usuarios, ya que no están informados adecuadamente sobre las condiciones de peligro que pueden encontrar.

Preservación de la Inversión Pública: La falta de un abordaje proactivo de las situaciones expuestas, provoca que la inversión pública en esta infraestructura sea susceptible a un rápido deterioro y posiblemente a costos más elevados en el futuro para reparaciones y mantenimientos de emergencia. Es crucial abordar estas situaciones evaluadas lo antes posible, para garantizar la operación adecuada de la carretera.

Beneficio para las Comunidades Locales: La Ruta Nacional No.206 es una arteria vital para las comunidades que atraviesa. Su mantenimiento adecuado no solo garantiza un tránsito seguro, sino que también asegura una conectividad constante para las comunidades, esencial para su desarrollo socioeconómico y bienestar.

6. RECOMENDACIONES

Se recomienda a la Administración activa del Estado costarricense considerar las siguientes acciones para atender los puntos evaluados en este informe de la Ruta Nacional No.206:

- **Reforzar la Señalización y Sistemas de Contención Vehicular:** Considerar la instalación de señalizaciones adecuadas en los puntos de riesgo y establecer sistemas de contención, especialmente en los Puntos 6, 7, 8 y 12, donde las condiciones actuales pueden generar peligros inminentes para los usuarios. Esta ruta cuenta con condiciones laterales críticas a lo largo de gran parte de su recorrido, con pendientes elevadas y caídas en los márgenes que sobrepasan los 50 m, por lo que el potencial riesgo de salida o caída de la vía de un vehículo es elevado. Cualquier SCV requiere de un diseño adecuado, siguiendo los criterios y procedimientos del Manual SCV: *Guía para el análisis y diseño de seguridad vial de márgenes de carretera* (Valverde, 2011), considerando factores como el nivel de



riesgo en el margen de la vía, las velocidades de operación y los volúmenes vehiculares.

- **Intervenciones Geotécnicas:** En los Puntos 7, 8, 11 y 12 es esencial realizar estudios geotécnicos adicionales debido a las condiciones de inestabilidad del terreno observadas. Estas intervenciones deberían centrarse en la estabilización del terreno para prevenir deslizamientos y mayor afectación a la carretera.
- **Gestión Adecuada del Agua de Escorrentía:** En los Puntos 3, 7, 8, 9, 10, 11 y 12, donde se evidencia deterioro por efecto del agua de escorrentía, es vital establecer sistemas de drenaje superficiales y subdrenajes eficientes. Esto con el fin de mitigar los riesgos asociados con la erosión y el deterioro de la superficie de la vía.
- Realizar estudios técnicos, diseño de soluciones y planes de mantenimiento, para todas las acciones que sean consideradas para la atención de los puntos de interés geológico y geotécnico evaluados en este informe. Incluir el diseño y construcción de obras para el manejo de aguas en la solución integral del problema.
- Considerar las condiciones geológicas, sísmicas, tectónicas, geomorfológicas y geotécnicas, así como las características hidrológicas e hidráulicas presentes en la zona de los deslizamientos, con el propósito de establecer el modelo geológico – geotécnico requerido para realizar los análisis de estabilidad y establecer las posibles soluciones de sostenimiento, si son requeridas.
- Todos los tramos de carretera que son atravesadas por fallas tectónicas deben de ser considerados para realizar estudios como el de prospección geofísica, con el fin de determinar la zona de afectación y alteración de los materiales en profundidad, además de determinar el ancho de la zona de influencia de la falla que atraviesa la carretera.