



**MANUAL DE RECONOCIMIENTO Y EVALUACIÓN DEL COSTO DE UN SITIO
CRÍTICO COMO APORTE DE EXPERIENCIA DE CAMPO, ADQUIRIDA EN EL
INVENTARIO DE VIAS SECUNDARIAS EN SANTANDER.**

HAROLD MARCELO MORENO LANDAZÁBAL



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

BUCARAMANGA

2009

**MANUAL DE RECONOCIMIENTO Y EVALUACIÓN DEL COSTO DE UN SITIO
CRÍTICO COMO APORTE DE EXPERIENCIA DE CAMPO, ADQUIRIDA EN EL
INVENTARIO DE VIAS SECUNDARIAS EN SANTANDER.**



Proyectista:

HAROLD MARCELO MORENO LANDAZÁBAL

**Trabajo de Grado Modalidad Práctica Empresarial para optar al título de
Ingeniero Civil**

Director:

WILFREDO DEL TORO RODRIGUEZ

Ingeniero Civil. M. Sc.

Tutor de Práctica:

SANDY JAIR YANEZ SÁNCHEZ

Ingeniero Civil

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍA FÍSICO MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA**

2009



Los Agradecimientos más profundos a Dios por permitirme este logro a mis padres que han sido mi refugio constante, a mi familia que tanto quiero por estar siempre conmigo y a todos los que de alguna u otra manera aportaron para que este logro se alcanzara.

TABLA DE CONTENIDO

1.INTRODUCCION	1
2.EMPRESA CONVENIO: Grupo de investigación GEOMÁTICA. Escuela de Ingeniería Civil. Universidad Industrial de Santander.....	3
2.1.DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.....	3
3.CONVENIO: MINISTERIO DE TRANSPORTE – UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER.....	5
3.1 ANTECEDENTES.....	5
3.2 OBJETIVOS	6
3.3 ALCANCES	7
3.4 ENTREGABLES.....	9
4.PROPOSTA TÉCNICA Y METODOLÓGICA POR PARTE DE GEOMÁTICA.	11
4.1 ETAPA DE CONFORMACION.....	13
4.2 ETAPA DEL INVENTARIO Y OBTENCION DE DATOS.	14
4.2.1 Geo-referenciación.	16
4.2.2 Equipos y Ensayos	17
4.3 ETAPA DE PROCESAMIENTO DE INFORMACION DE INVENTARIO EN OFICINA.	21
4.4 ETAPA DE DIAGNÓSTICO Y ESTIMACIÓN DE COSTOS DE INTERVENCIÓN.....	22
5.¿MI LABOR EN GEOMÁTICA?	24
5.1DESCRIPCIÓN DE FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES.	25
5.1.1.Soporte técnico y logístico en oficina.....	25
5.2.Trabajo en comisiones de campo.	26
5.3.Acompañamiento en visitas de la Interventoría.....	38
5.4.Procesamiento y diagnóstico.	40

SEGUNDA PARTE: MANUAL DE RECONOCIMIENTO Y EVALUACIÓN DEL COSTO DE UN SITIO CRÍTICO COMO APOORTE DE PRÁCTICA DE CAMPO, PARA LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER ADQUIRIDA EN EL INVENTARIO DE VIAS SECUNDARIAS EN SANTANDER.....	42
1.MANUAL DE RECONOCIMIENTO PARA LA INSPECCIÓN VISUAL DE SITIOS CRITICOS COMO MOVIMIENTOS DE MASA MASIVOS.....	42
2.EVALUACION DE DAÑOS Y CALIFICACION DEL NIVEL DE SEVERIDAD DE LOS SITIOS CRITICOS:.....	44
3.LABOR DE CAMPO Y RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN.....	46
4.PROCEDIMIENTOS PARA LA EVALUACIÓN DEL ESTADO DE LOS SITIOS CRITICOS.....	49
4.1.DETERMINACIÓN DE LOS SITIOS CRÍTICOS PRIORIZADOS, DERRUMBES, DESLIZAMIENTOS, ESTABILIDAD DE BANCA.	56
4.2.IDENTIFICACIÓN DE UN SITIO CRÍTICO EN CAMPO.....	57
4.2.1.INICIACION CRÍTICA.....	57
4.2.2.SEMICRITICO.	59
4.2.3.SITIO CRÍTICO.....	62
5.DIAGNOSTICO Y ALTERNATIVAS DE INTERVENCION.....	65
5.1.CARACTERISTICAS DE LA VIA.....	67
5.2.ANÁLISIS DE TRANSITO Y DETERMINACION DE EJES EQUIVALENTES	68
5.3.SITIOS CRITICOS	69
5.4.Estado Actual	69
5.5.Propuesta	82
5.6.LOCALIZACION.....	83
5.7.CARACTERISTICAS DE LA VIA	84
5.8.ANÁLISIS DE TRANSITO Y DETERMINACION DE EJES EQUIVLENTES .	85
5.9.SITIOS CRITICOS	85
5.10.Estado Actual	85

5.11.	Propuesta.....	89
5.12.	LOCALIZACION	91
5.13.	CARACTERISTICAS DE LA VIA.....	92
5.14.	ANÁLISIS DE TRANSITO Y DETERMINACION DE EJES EQUIVALENTES.....	93
5.15.	SITIOS CRITICOS.....	93
5.16.	Estado Actual.....	94
5.17.	Propuesta.....	95
	CONCLUSIONES.....	96
	BIBLIOGRAFÍA	98

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Equipo de GPS Trimble GeoXH.	16
Foto figura 2. Odómetro vehicular	17
Foto Figura 3. Odómetro peatonal.	17
Figura 4. Ensayo de viga Benkelman.....	18
Figura 5. Ensayo de penetrómetro de cono.	19
Figura 6. Apiques para determinación de espesores de las capas y características del pavimento.	20
Extracción de muestras de subrasante	20
Figura 8. Software PathFinder Office. Corrección diferencial	21
Figura 9. Instalación y georreferenciación de mojones	29
Figura 10. Registro de la sección de la vía.....	29
Figura 11. Auscultación.	30
Figura 12. Inspección de obras de drenaje.	31
Figura 13. Inspección de muros de contención.....	32
Figura 14. Inspección de sitios críticos.	33
Figura 15. Inspección de puentes.	34
Figura 16. Apiques y ensayos de penetrómetro de cono dinámico.....	35
Figura 17. Identificación de puntos de interés.....	36
Figura 18. Identificación de fuentes de materiales.	37
Figura 19. Conteos vehiculares.....	38
Figura 20. Acompañamiento en visitas de la Interventoría.....	40
Figura 24. Caída de Banca, Severidad Baja (Vadoreal-Santa Helena del Opón).....	57
Figura 25. Deslizamiento, Severidad Baja (Puente Nacional-Florián).	57
Figura 26. Derrumbe, Severidad Baja (Bucaramanga-Matanza-California). ...	58
Figura 27. Caída de Banca, Severidad Media (Vadoreal-Santa Helena del Opón).....	60
Figura 28. Deslizamiento, Severidad Media (Puente Nacional-Florián).	60

Figura 29. Derrumbe, Severidad Media (Bucaramanga-Matanza-California)..	60
Figura 30. Caída de Banca, Severidad Alta (Vadoreal-Santa Helena del Opón).	
.....	62
Figura 31. Deslizamiento, Severidad Alta (Puente Nacional-Florián).....	62
Figura 32. Derrumbe, Severidad Alta (Bucaramanga-Matanza-California).	63
Figura 34. Localización de la vía priorizada 45AST12 (Puente Nacional-Florián).	
.....	83
Figura 35. Localización de la vía priorizada 45AST07 (Bucaramanga-Matanza-California).	
.....	91

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de un Sitio Crítico y sus tipologías.....	43
Tabla 2. Daños y Severidades generales.....	45
Tabla 3. Tomado de las especificaciones técnicas del Invias para la elaboración de Inventarios Viales.....	48
Tabla 4. Cuadro Básico como ejemplo del diccionario de datos del aparato GPS.....	48
Tabla 5. Procedimiento para la evaluación del estado de los sitios críticos..	54
Estas tablas hacen parte del procedimiento de oficina el cual fue fundamentado en la información capturada en campo.	55
Tabla 6. Vías escogidas de acuerdo a la priorización del Sitio Crítico.	56
Tabla 7. Condiciones de iniciación crítica por dimensión.	58
Tabla 8. Datos comparativos de Iniciación crítica en campo.	59
Tabla 9. Condiciones Semicríticas por dimensión.	61
Tabla 10. Datos comparativos Semicríticos de campo.	61
Tabla 11. Condiciones Críticas por dimensión.	63
Tabla 12. Datos comparativos Críticos de campo.	64
Tabla 13. Características generales de la vía 4704.	68
Tabla 14. Cantidades de sitios críticos, Causas y Técnicas de Remediación 4704.	81
Tabla 15. Características generales de la vía 45AST12.....	84
Tabla 16. Cantidades de sitios críticos, Causas y Técnicas de Remediación 45AST12.	89
Tabla 17. Características generales de la vía 45AST07.....	92
Tabla 18. Cantidades de sitios críticos, Causas y Técnicas de Remediación 45AST07.	95



RESUMEN

TITULO:

MANUAL DE RECONOCIMIENTO Y EVALUACIÓN DEL COSTO DE UN SITIO CRÍTICO COMO APOORTE DE EXPERIENCIA DE CAMPO, ADQUIRIDA EN EL INVENTARIO DE VIAS SECUNDARIAS EN SANTANDER ¹

AUTOR:

MORENO LANDAZÁBAL, Harold Marcelo ²

PALABRAS CLAVES:

SITIO CRÍTICO, INICIACIÓN CRÍTICA, SEMICRITICA, CRÍTICA, DIAGNOSTICO PRIORIZADO

DESCRIPCIÓN:

El contenido de este libro se divide en dos partes, la primera de ellas describe las funciones y responsabilidades que hicieron parte del desarrollo del inventario de las redes viales del departamento de Santander, este tema cubre las actividades desarrolladas tanto en campo como en oficina, de soporte técnico y logístico del cual me ayudo a prepararme como un futuro profesional.

La segunda parte del libro trata el tema de la evaluación de los Sitios Críticos inventariados, en donde principalmente se define una metodología para el procesamiento fuerte de la información obtenida en campo en cuanto a características geométricas y patologías encontradas en cada uno de los sitios críticos y que como finalidad persigue el diagnostico priorizado de niveles de inversión en mantenimiento de las redes viales en cuanto al tema de sitios críticos.

La práctica deja muchos conocimientos, no solo acerca de las circunstancias en la que se encuentra el departamento en materia de vías si no que también brinda mucha información técnica que sin lugar a duda va a ser de gran utilidad en el futuro como profesional. Hay conceptos técnicos que en campo se aprenden mucho mejor y otros que se refuerzan, el trabajar en un proyecto real hace fuerte el carácter como profesional y aterriza muchas ideas que la facultad en ocasiones ignora. Es por eso que los inventarios viales son la base de una buena ingeniería y aplicando adecuadamente los buenos consejos y grandes conocimientos que deja la experiencia vivida y compartida.

¹ Trabajo de Grado

² Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas, Escuela de Ingeniería Civil
Director: Ingeniero Wilfredo del Toro Rodríguez



ABSTRACT

TITLE:

MANUAL OF RECOGNITION AND EVALUATION OF THE COST OF A CRITICAL SITE AS FIELD EXPERIENCE CONTRIBUTION, ACQUIRED IN THE SECONDARY ROUTES IN SANTANDER¹ INVENTORY.

AUTHOR:

MORENO LANDAZÁBAL, Harold Marcelo ²

KEYWORDS:

CRITICAL SITE, TECHNICAL SUPPORT, PRIORITIZED DIAGNOSIS

DESCRIPTION:

The contents of this book is divided into two parts, the first of which describes the funciones and responsibilities that were part of the inventory development of route networks in the departament of Santander, this topic covers the activities developed of both field and office, technical and logistical support which helped me to prepare myself as a future professional.

The second part of the book deals with the issue of evaluation of the inventorized critical sites, where is mainly defined a methodology for the strong processing of the information obtained in the field in terms of geometric characteristics and pathologies found in each of the critical sites and its purpose is the prioritized diagnosis of investment levels in maintenance of route networks regarding the topic of the critical sites.

The practice leaves a lot of knowledge, not only about the circumstances in which the department is regarding the routes but also provides plenty of technical information that undoubtedly will be useful in the future as a professional. There are technical concepts that are learned much better and others that are reinforce, work in a real proyect makes strong character of the professional and lands many ideas that sometimes are ignore by the faculty. That's why route inventories are the base of good engineering and proper application of good advice and great knowledge that the lived and shared experience leaves.

¹ Graduate Work

² Faculty of Mechanical Physics Engineering, Civil Engineering School
Director: Engineer Wilfredo del Toro Rodríguez

1. INTRODUCCION

La siguiente metodología se basó y se apoyó en los criterios y normas proporcionados por el Ministerio de Transporte para el manejo efectivo y competente del estudio de Sitios Críticos dentro de unas pautas establecidas para la identificación básica por medio de clasificaciones en un rango de vulnerabilidad del talud, de acuerdo con esta metodología, en este capítulo se concentrara la base conceptual y practica de la implementación de este manual.

Las condiciones que analizaremos en este capítulo se basa en un pos- proceso de evaluación visual obtenida directamente desde campo en las vías secundarias de Santander, seguido de un proceso de oficina técnico en la recopilación de información y resultados especializados, en el cual se tiene que manipular mapas de diversos temas y evaluar la aptitud física, la aptitud social, la aptitud ambiental, vías existentes y criterios geométricos, para la selección del Sitio Critico como un movimiento del talud peligroso que afecte la vía directamente, a su vez generar una metodología lógica que permita crear una estimación básica que analice la situación planteada.

El contenido de este libro se dividirá en dos partes, la primera de ellas describirá las funciones y responsabilidades que hicieron parte del desarrollo del inventario de las redes viales de los departamentos de Santander, este tema cubre las actividades desarrolladas tanto en oficina como en campo, de soporte técnico y logístico de los que forme parte.



La segunda parte del libro tratará el tema de la evaluación de los Sitios Críticos inventariados, en donde principalmente se definió una metodología para el procesamiento fuerte de la información obtenida en campo en cuanto a características geométricas y patologías encontradas en cada uno de los sitios críticos y que como finalidad persigue la obtención de niveles de inversión en mantenimiento de las redes viales en cuanto al tema de sitios críticos.

En base al conocimiento adquirido como estudiante de pregrado de la Universidad Industrial de Santander, siguiendo los parámetros y enseñanzas de mis profesores, conservo un claro espíritu de calidad y competencia inspirada por ellos mismos, el tema de sitios críticos requirió capacidad técnica e investigación, objetivo por el cual estamos siendo formados por esta universidad como futuros profesionales, para esto el correcto reconocimiento de las patologías y las metodologías de intervención son primordiales a la hora de dar un diagnóstico y una cuantía de inversión.



2. EMPRESA CONVENIO: Grupo de investigación GEOMÁTICA. Escuela de Ingeniería Civil. Universidad Industrial de Santander.

El grupo de investigación Geomática es un grupo vinculado a la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Industrial de Santander, empresa que me dio la oportunidad de realizar mi práctica empresarial. A esta entidad se le fue encomendado por el Ministerio de Transporte Nacional, realizar un inventario de las redes viales de los departamentos de Santander y Norte de Santander.

2.1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.

El grupo de investigación Geomática, Gestión y optimización de sistemas y uno de los mejores y acreditados grupos de investigación asociados a la Universidad Industrial de Santander fue creado en Mayo de 1998 el cual soporta su plan de trabajo en las siguientes bases estratégicas:

- a) Proyección del Grupo en el Sistema Nacional de Investigación Aplicada o Innovación Tecnológica. El objetivo fundamental de esta estrategia es lograr la inserción del Grupo y de sus investigadores adscritos a las comunidades científicas nacionales e internacionales.
- Participar en la Convocatoria para Grupo y Centros de Colciencias.

- Realizar eventos académicos, científicos y tecnológicos nacionales e internacionales con el propósito de difundir el conocimiento y el desarrollo en las líneas de investigación del Grupo.
 - Divulgar los conocimientos y productos generados dentro del Grupo a través de la publicación de artículos, libros, ponencias, etc.
- b) Desarrollo del talento humano. El objetivo de esta estrategia es lograr la sensibilización y formación de investigadores, estudiantes de pregrado y posgrado, empresarios, funcionarios públicos y privados, y a la sociedad en general, en las áreas relacionadas con el transporte urbano y rural, conservación y preservación de recursos naturales, optimización de sistemas y en el uso de nuevas tecnologías aplicadas a la geociencia.
- Apoyar los programas académicos de pregrado de la UIS.
 - Diseñar y ofertar posgrados a nivel de especialización, diplomados y cursos en las áreas del conocimiento apropiados por el Grupo.
 - Creación de líneas de especialización en la Maestría en Ingeniería de la UIS.
 - Consolidar y ofrecer permanentemente el Diplomado Uso de Nuevas Tecnologías Aplicadas a la Investigación en Ingenierías.
- c) Propender por una cultura de investigación que proponga soluciones concretas a problemas específicos de los diferentes sectores de la sociedad del área de influencia del Grupo. ¹

¹. Información extraída de:

<http://www.uis.edu.co/portal/investigacion/centros/geomatica.html>

3. CONVENIO: MINISTERIO DE TRANSPORTE – UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

3.1 ANTECEDENTES

El Ministerio de Transporte a través de la Dirección de Infraestructura de Santander en la gobernación se encuentra ejecutando el Programa Plan vial Regional, para lo cual tramitó ante el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), un préstamo para financiar mencionado programa. Este, está orientado a facilitar dentro de un marco regional y nacional la competitividad e integración de los departamentos, a través de la implementación de procesos y herramientas de gestión vial que incluyen, principalmente, el inventario para determinar la estrategia de mejoramiento y mantenimiento de vías de transporte departamental y el fortalecimiento institucional de los gobiernos departamentales para ejercer sus competencias en materia vial y de los procesos de descentralización.

El Ministerio de Transporte, está desarrollando los inventarios viales departamentales en cada uno de los departamentos, ya que algunos no cuentan con estos inventarios y otros los poseen pero a la fecha se encuentran desactualizados. Para poder realizar una buena planificación y gestión vial se vuelve indispensable contar con una herramienta de este tipo la cual se implementará en un sistema de información geográfica con el objeto de que sea perdurable en el tiempo y de fácil actualización. Los inventarios viales son el punto de partida que permitirá en el futuro realizar una buena planificación y gestión vial.

3.2 OBJETIVOS

Determinar el estado, características y kilometraje de vías que conforman la red vial departamental. En el desarrollo del inventario, se espera obtener el kilometraje real y complementar los datos que posee el departamento.

Se debe realizar en cada uno de los departamentos una inspección de la información de inventarios que exista evaluarla y actualizarla de acuerdo a los lineamientos establecidos en las especificaciones técnicas.

Se deben inventariar, como mínimo, cada uno de los eventos que se describen en las especificaciones técnicas para cada una de las vías e identificar su estado estructural y de funcionamiento. Si en el desarrollo del estudio el consultor encuentra atributos que no estén incluidos dentro de lo señalado en las presentes especificaciones técnicas para cada uno de los eventos a levantar, este los deberá incluir dentro del inventario y realizar los ajustes necesarios a las fichas suministradas por el Ministerio de Transporte de acuerdo con los lineamientos indicados por el Grupo de Trabajo del Programa Plan Vial Regional.

Para cada vía, se deberá identificar el estado en que se encuentra y determinar el tráfico promedio diario. Para la totalidad de vías que se encuentran pavimentadas y para aquellas que se encuentran en afirmado pero que tengan un tráfico promedio diario superior a 150 vehículos / día o para aquellas que serán intervenidas a través del programa Plan Vial Regional, el consultor deberá realizar una recomendación del tipo de intervención (mejoramiento, rehabilitación, mantenimiento rutinario o periódico) y dar un orden de valor por kilometro de la misma.

3.3 ALCANCES

- Establecer el estado actual de la red vial departamental a partir de los lineamientos establecidos en las especificaciones técnicas. Para la totalidad de vías que se encuentran pavimentadas y aquellas en afirmado que tengan un tráfico promedio diario superior a 150 vehículos / día o para aquellas vías que serán intervenidas a través del programa Plan Vial Regional, el consultor deberá realizar una recomendación del tipo de intervención (mejoramiento, rehabilitación, mantenimiento rutinario o periódico) y establecer un orden de valor por kilómetro del costo de la misma, el cual servirá de base para realizar estudios de pre – inversión.
- Determinar la longitud de la red vial departamental y así conocer el número de kilómetros que tiene a cargo cada Departamento objeto de la presente consultoría.
- Inventariar la cantidad de estructuras que contiene la red vial departamental, determinando sus dimensiones, estado estructural y de funcionamiento; el tipo de superficie de acuerdo con lo estipulado en las especificaciones técnicas.
- Para la totalidad de vías que se encuentren pavimentadas y para aquellas en afirmado que tengan un tráfico promedio diario superior a 150 vehículos / día o para aquellas vías que serán intervenidas a través del programa Plan Vial Regional, se deberán realizar los ensayos necesarios que permitan conocer el estado de funcionamiento de dicha estructura. Estos ensayos no se realizarán en tramos de vías que hayan sido intervenidas recientemente (en los últimos 5 años).

- Calcular el tráfico promedio diario (TPD) actual que existe en cada una de las vías que conforman la red vial departamental, para lo cual se deberán realizar los conteos correspondientes.
- Producir un mapa digital del departamento, que permitirá la conformación del sistema de información geográfica de la red vial departamental. Sobre este mapa se deberán ubicar todos los eventos inventariados solicitados en las especificaciones técnicas.
- El levantamiento del inventario y sus estructuras se realizará para todas las vías (pavimentadas y afirmadas) incluyendo la determinación del tráfico promedio diario.

3.4 ENTREGABLES

Al finalizar el estudio, se debería entregar para cada una de las vías, en medio digital e impreso la siguiente información. Los archivos SHAPE serían suministrados por el MINISTERIO DE TRANSPORTE:

- Diagnóstico y recomendaciones de intervención (mejoramiento, rehabilitación, mantenimiento rutinario ó periódico) incluyendo costos aproximados.
- Archivo shape tipo punto de los puntos inicial y final de las vías levantadas.
- Archivo shape tipo línea del eje de la vía.
- Archivo shape tipo punto de los puntos de referencia.
- Archivo shape tipo línea carriles y ancho de calzada.
- Archivo shape tipo línea tipo de superficie
- Archivo shape tipo línea bermas.
- Archivo shape tipo línea tipo de terreno
- Archivo shape tipo punto daños asfalto
- Archivo shape tipo punto daños en pavimento rígido
- Archivo shape tipo punto daños en afirmado
- Archivo shape tipo punto alcantarillas
- Archivo shape tipo línea cunetas
- Archivo shape tipo punto filtros y drenes
- Archivo shape tipo punto muros de contención.
- Archivo shape tipo punto puentes y pontones.
- Archivo shape tipo punto sitios críticos.
- Archivo shape tipo punto ubicación de canteras y fuentes de material.
- Archivo shape tipo línea túneles.

Adicionalmente, se deberían suministrar los siguientes documentos que serían soporte del inventario:

- ❖ Datos crudos del levantamiento del eje vial.
- ❖ Datos crudos del levantamiento de los puntos inicial y final de la vía.
- ❖ Datos crudos de la ubicación de los puntos de referencia.
- ❖ Datos crudos de la geo-referenciación de cada una de las estructuras levantadas de la vía.
- ❖ Resultados de los ensayos que permitan conocer el estado de funcionamiento de la estructura de pavimento de la red departamental y de las vías en afirmado con TPD mayor a 150 vehículos / día o para aquellas vías que serán intervenidas a través del programa Plan Vial Regional.
- ❖ Metodología para la determinación del índice de costo por kilómetro de acuerdo al tipo de intervención recomendado para cada una de las vías pavimentadas y de las vías en afirmado que posean un TPD superior a 150 vehículos / día o para aquellas vías que serán intervenidas a través del programa Plan Vial Regional. ¹

¹.La anterior información está basada en las especificaciones técnicas suministradas por el Ministerio de Transporte para la elaboración del inventario.

4. PROPUESTA TÉCNICA Y METODOLÓGICA POR PARTE DE GEOMÁTICA.

Teniendo en cuenta los lineamientos técnicos presentados por el Ministerio de Transporte y de las perspectivas que se tienen por el desarrollo de este proyecto, pensando en una investigación competitiva y que demuestre calidad, se hizo una propuesta técnica y metodológica fundamentada principalmente en que las herramientas de gestión vial a nivel mundial se están soportando y tomando una cobertura fuerte y amplia en la tecnología de los Sistemas de Información Geográfica.

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG), aparecen dentro del proyecto con la necesidad de optimizar y racionalizar el mantenimiento y mejoramiento de los componentes de una red vial.

El Sistema de Información Geográfica intensifica las distintas maneras en un sistema de Gestión del Mantenimiento de vías, el cual brinda beneficios y soluciones rápidas en la toma de decisiones, este sistema crea ayudas como las siguientes:

- ❖ Contar con una Base Central de Datos con información relativa a las vías.
- ❖ Definir Planes específicos para acciones de Mantenimiento, Rehabilitación y Reconstrucción (MRR).
- ❖ Definir requerimientos presupuestales.
- ❖ Contar con un respaldo para la solicitud de fondos tanto nacionales como internacionales.

- ❖ Contar con un sistema para la racionalización de los recursos económicos (de maquinaria, mano de obra y materiales) necesarios para desarrollar las actividades de mantenimiento.
- ❖ Definir la colocación de los fondos disponibles sobre la base de prioridades y procedimientos normatizados.
- ❖ Identificar zonas con riesgos potenciales y de interrupción de la circulación vehicular tales como derrumbes y hundimientos.
- ❖ Contar con la capacidad para determinar rutas alternas en casos de emergencias debidos a fenómenos naturales o accidentes.
- ❖ Facilitar la determinación rutas ideales para el transporte de carga a centros poblados lejanos en función de las longitudes más cortas y de la condición de las vías.
- ❖ Proveer de mapas geo-referenciados de la red vial secundaria.
- ❖ Posibilitar el conocimiento de la malla vial desde oficina sin necesidad de trasladarse a campo y verificar si los trabajos de mantenimiento se han ejecutado oportunamente.
- ❖ Contar con un registro histórico de las actividades de mantenimiento ejecutadas en la red.

Dentro de todos estos parámetros, se buscó una solución y aprovechamiento del tiempo, personal dispuesto y capacitado, una de las prioridades del grupo de investigación Geomática, era buscar un grupo de estudiantes que estuvieran con disposición completa, preferiblemente estudiantes en busca de practica empresarial para capacitarlos de forma rápida y competitiva en el manejo de estos sistemas, a este grupo se les llamó, Ingenieros de Campo, puesto que ellos tenían que recoger la información de campo y procesarla en oficina por un grupo de Ingenieros y auxiliares, para su correcta clasificación.

EL grupo de investigación Geomática entendió que así mismo se pretende desarrollar un sistema de información para la gestión del mantenimiento de este proyecto, creando un sistema de Gestión para la Evaluación y Recomendación de

la Actividad a realizar en los Sitios Críticos Priorizados. Dentro de esta priorización de los Sitios Críticos, se debe contemplar un Índice de Prioridad en forma estandarizada de todos los parámetros que llevan a considerar la condición en que se encuentra el Sitio Crítico, lo cual ayudará a determinar la causa y la actividad de mantenimiento preventivo y rutinario ó la construcción de un tipo de estructura que mitigue el problema, y los factores de priorización y planificación de las actividades de construcción con sus respectivos cuadros de necesidades de recursos.

Las herramientas de gestión vial no deben estar exclusivamente enfocadas al manejo de la información sino que deben soportarse en un cimiento conceptual y metodológico concentrado dentro de una Matriz de Decisión que encierra todos los pormenores, y soluciones clasificadas por grupos de intervención.

El Grupo de Investigación, Geomática planteó el desarrollo del proyecto de inventarios viales en 4 ETAPAS, como las siguientes:

4.1 ETAPA DE CONFORMACION.

El equipo técnico propuso que en esta ETAPA se ajustaría la Metodología de acuerdo a los lineamientos dados por el Ministerio de Transporte Nacional y también basados en la información suministrada por la Gobernación departamental.

En la ETAPA de conformación se realizaron las siguientes actividades:

- Conformación del equipo de trabajo para oficina y campo.
- Solicitud y recolección de información existente en el Ministerio y Departamentos.
- Revisión y afinamiento de la propuesta metodológica para el inventario, por el equipo de especialistas, coordinadores y supervisores con base en la información recopilada.

- Consecución de equipos GPS, aparatos de laboratorio e instrumentación para las comisiones de inventario.
- Selección y contratación de vehículos para el inventario.
- Construcción de guías, formatos, procedimientos, diccionarios de datos.
- Zonificación del área de influencia del inventario, identificación núcleos de operación para las comisiones y definición de una estrategia logística para el trabajo de campo.
- Presentación y aprobación del plan de trabajo y guías de campo ajustados a la entidad interventora.
- Instalación de diccionarios y pruebas a equipos GPS.
- Prefabricación de mojones de referencia.
- Capacitación al personal de inventario en campo por parte de supervisores y especialistas.
- Prueba piloto para inventario vial, ensayos de laboratorio y conteos vehiculares.
- Pruebas de corrección diferencial de los datos GPS, construcción de archivos “shapes”.

4.2 ETAPA DEL INVENTARIO Y OBTENCION DE DATOS.

Esta es la ETAPA donde se avanzan los recorridos viales con el objeto de inspeccionar, geo-referenciar, registrar, y soportar en digital cada suceso o atributo encontrado sobre las vías pavimentadas y en afirmado anteriormente acordado con el Ministerio y ajustado con el Departamento y Municipios.

Este procedimiento se llevaría a cabo mediante la implementación de dos comisiones de campo las cuales tenían tareas específicas y las cuales se muestran a continuación:

Comisión tipo 1: Instalación de puntos de referencia, apiques para determinar espesores de capas, ensayos de cono, inspección visual de puentes, trazado de

eje de sección homogénea: taludes, superficie de rodadura, cunetas y tipo de terreno.

Comisión tipo 2: Inspección de superficie de rodadura (auscultación), inspección visual de obras de drenaje y muros de contención, identificación y caracterización de sitios críticos y puntos de interés.

Este tipo de comisiones se modificó después, fusionando ambas comisiones con tareas más específicas y modificadas por recomendación de la Interventoría.

Aparte del trabajo de campo, esta información debía estar ajustada y ordenada para esto se recurría el caso de ser enviada ó a veces recogida en sitios de concentración de la comisión y a su vez enviada a oficina para su procesamiento.

4.2.1 Geo-referenciación.

La geo-referenciación es el principal mecanismo del inventario vial ya que en ella radica la calidad del trabajo y la competitividad del mismo. Esta actividad sería desarrollada con equipos de GPS marca Trimble tipo GeoXT o GeoXH. Estos equipos serían utilizados en función “rover”.



Figura 1. Equipo de GPS Trimble GeoXH.

Los equipos de GPS tendrían incorporado el software TerraSync, el cual pertenece también a la marca Trimble. El software permitía la creación de diccionarios de datos que facilitaban el ingreso y posterior organización de la información.

4.2.2 Equipos y Ensayos

Como requerimientos para el inventario vial se hacía necesario el uso de algunos equipos y la realización de algunos ensayos, a continuación se muestra una descripción resumida de estos equipos y ensayos:

- Odómetro digital vehicular: Este es uno de los aparatos más importantes en el inventario ya que es el indicador del abscisado de la vía. El odómetro tiene precisión al metro lo cual sería suficiente a la hora de determinar la abscisa correspondiente a cada uno de los elemento de la vía.



Foto figura 2. Odómetro vehicular.

- Odómetros peatonales: Este aparato de uso manual serviría para realizar la medida rápida de elementos de gran longitud como calzadas, muros de contención, tableros de puentes y demás elementos que lo requirieran.



Foto Figura 3. Odómetro peatonal.

- Ensayo de viga Benkelman: La viga Benkelman es un instrumento para medición deflectométrica muy utilizado en nuestro país, este permite determinar el espesor de sobrecarpetas asfálticas requeridas utilizando curvas deflectométricas. El ensayo de viga Benkelman se realizó cada 200m en vías previamente estipuladas y con ayuda de una volqueta se determinaba cuanto se deflectaba el suelo a causa de la presión donde se aplicaba la carga.



Figura 4. Ensayo de viga Benkelman.

- Ensayo de penetrómetro de cono dinámico: El penetrómetro de cono dinámico (DCP siglas en idioma inglés), es un ensayo que no afecta directamente la vía, puesto que se hace a un costado de ella y por seguridad del trabajador, en vías pavimentadas entre la calzada y la cuneta. Consiste en un conteo de golpes mediante el cual se puede determinar la capacidad de soporte de un suelo in situ. Este ensayo se realizaba cada 2.5 Km en la vías con **TPD<150**, priorizadas por el plan vial regional o aquellas con pavimento mayor a tres años.



Figura 5. Ensayo de penetrómetro de cono.

- Apique para determinación de espesores: Cada 2.5 Km se realizaban apiques hasta llegar a la subrasante para determinar los espesores y estados de las capas fueran en pavimento o en afirmado. Los valores y características serían registrados en un diccionario de datos que relacionaba la cantidad de golpes contra la profundidad penetrada y se iba almacenando en el aparato de GPS.



Figura 6. Apiques para determinación de espesores de las capas y características del pavimento.

Extracción de muestras de subrasante.

- Ensayos de granulometría, límites líquido y plástico: Para las muestras de subrasante obtenidas en los apiques cada 2.5 Km se realizaban ensayos de laboratorio de granulometría, límites líquido y plástico. Esta información sería de mucha utilidad en la determinación de las propiedades del suelo de soporte para diferentes tramos de las vías.

4.3 ETAPA DE PROCESAMIENTO DE INFORMACION DE INVENTARIO EN OFICINA.

Después de referenciar y registrar la información de campo el siguiente paso es la ETAPA de procesamiento en la cual se seleccionan y corrigen los archivos capturados mediante el GPS. La corrección realizada se denomina diferencial y consiste en ajustar las coordenadas de los elementos recopilados en campo y que son perturbadas por la SA (Selective Availability o Disponibilidad selectiva). Mediante la obtención de datos de una estación base la cual tiene su coordenada ya determinada se puede hacer el ajuste instante a instante de los datos recopilados, dos por la estación móvil o rover.

La corrección diferencial se realizaba con el software Pathfinder Office de la casa Trimble, del cual la Universidad cuenta con su licencia.

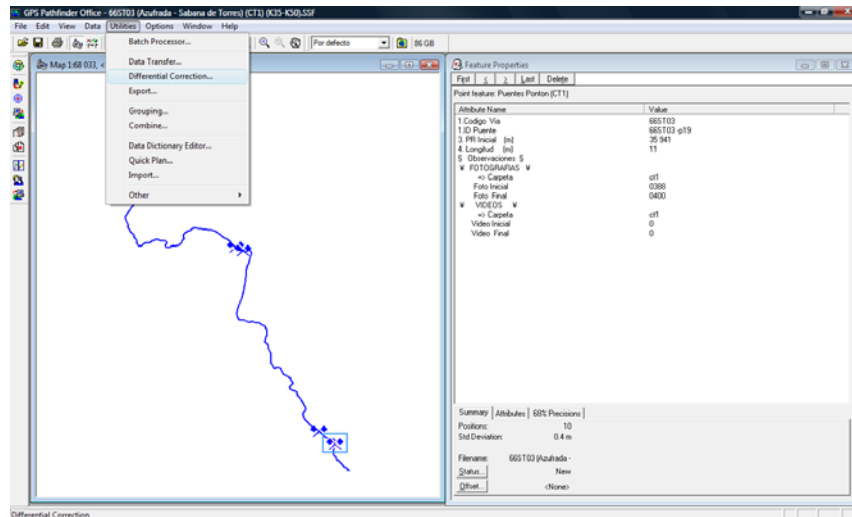


Figura 8. Software Pathfinder Office. Corrección diferencial.

4.4 ETAPA DE DIAGNÓSTICO Y ESTIMACIÓN DE COSTOS DE INTERVENCIÓN

Después de tener lista la información, ya organizada y corregida se procede a realizar el diagnóstico y la estimación de costos. Esta ETAPA del proyecto consiste en desarrollar una metodología que esté dentro de los alcances del contrato y que permita determinar las actividades a tomar, basadas en los datos seleccionados en campo acerca de las condiciones de la red vial.

Para esta fase es fundamental el apoyo de los especialistas en los diferentes campos de la ingeniería civil como son la parte de Gestión administrativa, estructuras, pavimentos, hidrología y geotecnia. Estas personas por su especialidad serán los que brinden el asesoramiento y acompañamiento durante el desarrollo de propuestas automatizadas y competentes que permitan obtener resultados de forma rápida.

El diagnóstico debe estar enfocado en los diferentes componentes de la vía tales como superficies de rodadura, obras de drenaje, muros de contención, sitios críticos y puentes. La finalidad del diagnóstico es determinar de forma cuantitativa cuales de estos elementos se encuentran en buenas condiciones, cuantos requieren de mantenimiento o reparaciones, y finalmente que conjunto de componentes necesitan ser reemplazados. Es claro definir y anotar que se deben manejar dos eventos en la fase del diagnóstico, un evento consiste en hacer diagnóstico suponiendo que las condiciones de tráfico de superficie de rodadura se van a conservar y otro suponiendo que se va a reformar la calzada, lo que lleva a pavimentar, por consiguiente existirá tráfico atraído y aumentado. Este criterio es adoptado debido a que los proyectos de inversión en vías son a largo plazo y tal vez no se cuente con los recursos suficientes para optimizar todas las vías, quizás por eso el Ministerio de Transporte podría requerir de información orientada a obras de mantenimiento y conservación del estado actual de las vías.

La apreciación de costos es la etapa final del proyecto; en esta etapa se busca cuantificar la inversión para cada uno de los eventos anteriormente mencionados.

No sobra definir que la apreciación de costos es un proceso a largo plazo y complejo puesto que es demasiada información que se debe recopilar y los APU's por desarrollar.

Como parte fundamental de la apreciación de costos es el desarrollo de una metodología para la estimación del cálculo de estos, el cual se acomode a las condiciones reales en cuanto a fuentes de materiales, distancias de acarreo y mano de obra. Es esencial determinar precios muy aproximados y lógicos a la realidad de cada municipio, puesto que se va a ver reflejado en los presupuestos de obra.¹

¹La información anterior está basada en la propuesta metodológica realizada por Geomática para la elaboración del proyecto de inventario vial de Santander y Norte de Santander.

5. ¿MI LABOR EN GEOMÁTICA?

Debido a que había culminado mis materias en el año del 2008, pensé que la mejor forma de desarrollar mis habilidades, era haciéndolas prácticas, el Grupo de Investigación; Geomática, me dio esa oportunidad, y fue así como comencé a desempeñar mi labor como practica empresarial dentro de la Institución que me ayudó a formarme como un buen estudiante y un próximo profesional.

Para entonces, al inicio de mi práctica en Geomática existían proyectos que ya se estaban llevando a cabo, a nivel regional y nacional. Debido a la necesidad de empezar el proyecto lo más pronto posible, se estaba buscando personal capacitado y con disponibilidad total para trabajar en el inventario de red vial secundario en Santander y Norte de Santander, fue así como empecé con el grupo de Investigación, Geomática. Como se mencionó anteriormente, el proyecto comprendía actividades en la oficina principal del campus universitario y también en recorridos de campo por los municipios de Santander, fue así como mi labor se desarrolló en estos dos ámbitos distintivos de la formación básica e integral de la ingeniería civil.

El ingreso a Geomática fue mi segunda experiencia laboral como ingeniero civil, puesto que ya había laborado y experimentado por primera vez el arte de la Ingeniería civil en mi ciudad, Cimitarra Santander, como auxiliar del secretario de planeación del municipio, la oportunidad que me dio Geomática me ayudó a involucrarme y reforzarme como un futuro profesional, puesto que lo que se vive en campo y se aprende, no solo sirve como supervivencia sino como vida profesional, porque el hecho de conocer nuevas metodologías hechas prácticas y criterios fundamentados en el campus universitario, aquí se hacían realidad. Conocer nuevas culturas, sitios que jamás me imagine conocer, y sin saber que existían en mi departamento, además de facetas diferentes como sentir la experiencia de campo y saber que hacía un aporte a mi departamento. Muchas de las actividades que se desarrollaron durante el proyecto fueron completamente nuevas y provechosas. A continuación se presenta de manera detallada cada una

de las actividades y funciones que se realizaron durante la permanencia en Geomática durante el desarrollo del proyecto de inventario vial.

5.1. DESCRIPCIÓN DE FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES.

5.1.1. Soporte técnico y logístico en oficina.

Debido a que el trabajo en campo era constante y arduo, así mismo la información capturada y registrada era bastante, se hacía necesario el acompañamiento de dichas actividades desde el punto de control de oficina en campo. La información requería de ser organizada, digitalizada y ajustada para los correspondientes informes entregables a la oficina central en Geomática.

Ellos a su vez nos proveían de insumos tales como papelería, bolsas para recolección de muestras, mapas de las zonas en estudio, mojones y demás útiles.

Debido a que constantemente se presentaban reuniones con funcionarios del Ministerio de Transporte Nacional era necesaria la elaboración de documentos e informes que permitieran el correcto desarrollo de dichas reuniones, cuando la labor en campo culminaba, nos acercábamos a la oficina central en Geomática, para colaborar con la digitalización de la información, esto puesto que era más fácil para nosotros reconocer el tipo de vía y sus inconvenientes que para los auxiliares de Geomática.

En términos generales el trabajo de oficina se resumía en colaborar en lo que fuera necesario para hacer posibles las actividades de campo y facilitar la organización de información para el procesamiento.

5.2. Trabajo en comisiones de campo.

El trabajo de campo consistía en la realización de recorridos por las vías secundarias previamente establecidas por la gobernación de Santander, realizando una serie de actividades en cada una de ellas y empleando una serie de herramientas, equipos y personal. El objetivo principal del trabajo de campo era capturar la información acerca de la cantidad, dimensiones y estado de los componentes de la vía.

Los equipos, herramientas e implementos utilizados en campo fueron en siguientes:

- **Aparatos de GPS:** Los aparatos de GPS eran los elementos más importantes del inventario. Estos aparatos eran utilizados para registrar la posición geográfica de cada uno de los elementos de la vía con sus características las cuales eran ingresadas mediante diccionarios de datos previamente desarrollados e incorporados por el equipo de trabajo en la oficina. Los aparatos utilizados eran de la marca Trimble en sus referencias GeoXH y GeoXT.
- **Manuales y mapas:** Estos implementos servían como ayuda y soporte rápido en el desarrollo de las actividades ya que la información manejada constantemente era muy grande y a veces desconocida.
- **Camionetas con odómetro vehicular incorporado:** Las camionetas permitían el fácil desplazamiento de un lugar a otro sobre la vía, estas tenían incorporados odómetros vehiculares los cuales informaban durante el recorrido la abscisa de cada uno de los elementos a inventariar. El odómetro vehicular es un aparato de similar funcionamiento a un taxímetro y requería de constante calibración (cada dos días), para evitar errores en el abscisado.

- **Herramienta menor:** Para la realización de las actividades y sobre todo en la inspección era necesario contar con herramienta tal como machete, pica, pala y barra. Estos implementos eran utilizados por el obrero que acompañaba la comisión.
- **Mojones de referencia:** Los mojones de referencia eran tubos de PVC rellenos de concreto con una longitud de 75cm; estos mojones eran ubicados al principio y final de la vía, en los puntos de control cada 5 Km y Geo-refenciados durante 125 puntos en el GPS, algo así como 15 minutos y a una distancia no menor de 30cm. Para la instalación de los mojones se requería la colaboración de un obrero.
- **Cámara fotográfica:** La cámara era utilizada constantemente ya que se requería tener registro fotográfico de cada uno de los elementos y los ensayos realizados. Era importante registrar el código de cada una de las fotos tomadas y relacionarlas con el componente inventariado ya que posteriormente el material multimedia iba a ser vinculado a un aplicativo SIG.
- **Regla:** Este instrumento era utilizado para ser colocado sobre la superficie de rodadura durante la auscultación, la regla permitía observar más detalladamente los hundimientos de la superficie y además servía como ayuda para el retiro de escombros muy altos.
- **Flexómetro y cinta métrica:** Estos dos elementos eran empleados constantemente en la medición de cada uno de los elementos de la vía. El empleo de uno o de otro dependía del tamaño del elemento y la facilidad de manejo durante la operación.
- **Chalecos y conos reflectivos:** Estos implementos eran utilizados para garantizar seguridad vial durante el trabajo en la vía ya que la amenaza del tráfico era constante y también como distintivo ante cualquier problema de orden social.
- **Formatos y material de papelería:** Debido a que no toda la información era llenada en los diccionarios incorporados en el aparato de GPS se requería

de formatos en papel y demás utensilios que permitieran el fácil llenado de información.

El trabajo de campo involucraba una serie de procedimientos que se debían realizar a lo largo de toda la vía y que constituían el material de inventario e información necesaria para la posterior realización del diagnóstico de la vía. Los procedimientos eran los siguientes:

- Instalación y geo-referenciación de mojones: Se ubicaban al inicio y final de la vía, también cada 5Km debían ser instalados los mojones como puntos control de abscisado; este trabajo era realizado por el obrero. El mojón debía tener escrito el código de la vía y la abscisa del punto; así como también debía ser geo-referenciado mediante el aparato de GPS. La definición de puntos iniciales y finales de las vías requería en ocasiones visitar las alcaldías de los municipios relacionados y también el soporte de funcionarios de la gobernación.



Figura 9. Instalación y georreferenciación de mojones

- Registro de la sección de la vía: Durante todo el recorrido se debía ir registrando las condiciones geométricas de la sección de la vía o sea la ubicación y pendiente de los taludes, el tipo de superficie de rodadura, el ancho de la calzada y la existencia o no de cunetas y su geometría. El GPS capturaba información a lo largo de toda la vía y generaba una línea que simulaba el eje de la vía.



Figura 10. Registro de la sección de la vía.

- Auscultación: Se hacían paradas cada kilómetro, se debía hacer la inspección a lo largo de 50m, esto se repartía como 25m adelante y 25m atrás medidos desde el kilometraje ubicado, si era pavimento, se

auscultaba identificando y midiendo cada una de las fallas encontradas en él, así como también el tipo de rodadura. Para la realización de la auscultación se requirió de aprendizaje de las especificaciones de los pavimentos tanto rígido como flexible esto con ayuda del manual de carreteras facilitado por el Invias, también se auscultaba en las superficies en afirmado. Cada daño contaba con información tal como dimensiones, severidades, ubicación y registro fotográfico. Cada punto de auscultación debía ser geo-referenciado y la información debía ser almacenada en el GPS y en los correspondientes formatos.



Figura 11. Auscultación.

- Inspección de obras de drenaje: En todo el recorrido se debían identificar y geo-referenciar cada una de las obras de drenaje existentes en la vía, y a cada una de ellas se les debía definir sus características, dimensiones y

daños clasificados por su severidad. Para llevar a cabo este procedimiento se debió identificar los tipos de entradas y salidas en las alcantarillas, así como también sus daños con sus respectivas severidades.



Figura 12. Inspección de obras de drenaje.

- Inspección de muros de contención: Para cada uno de los muros de contención se debía identificar sus características estructurales, las dimensiones y daños con sus respectivas severidades. Estas estructuras debían ser geo-referenciados mediante el aparato de GPS.



Figura 13. Inspección de muros de contención.

- *Inspección de sitios críticos:* Se debía identificar y geo-referenciar la existencia de sitios críticos como derrumbes, deslizamientos o hundimientos de banca y también definir sus tipologías, dimensiones y severidades. El aprendizaje de la academia fue suficiente para la realización de esta actividad.



Figura 14. Inspección de sitios críticos.

- Inspección de puentes: A lo largo de la vía se debía identificar y georeferenciar los puentes, dando sus características estructurales y geométricas, así como también identificando las fallas en cada uno de los elemento tanto en superestructura como en subestructura. Cada una de las fallas identificadas requerían de definición de severidad y captura de material fotográfico. La información del puente era almacenada en el GPS y en formatos del Ministerio de Transporte.



Figura 15. Inspección de puentes.

- Apiques y ensayos de penetrómetro de cono dinámico: Cada 2,5 Km se debían realizar apiques para determinar espesores de las capas de pavimento y determinar también las características granulométricas, constructivas y de humedad. Se debía tomar una muestra de la subrasante para ser enviada al laboratorio. Finalmente se debía hacer el ensayo de penetrómetro de cono en el suelo natural y la información de golpes y profundidad debía ser almacenada en el correspondiente diccionario de datos en el aparato de GPS.



Figura 16. Apiques y ensayos de penetrómetro de cono dinámico.

- Identificación de puntos de interés: Durante el recorrido se debía identificar todos los sitios ó puntos de interés, como escuelas, pueblos, corregimientos, cruces de ramales importantes que intervinieran en la vía. Se debía tomar registro fotográfico de cada uno de ellos y geo-referenciarlos mediante el aparato de GPS. La información debía ser almacenada en el diccionario de datos incorporado al GPS.



Figura 17. Identificación de puntos de interés.

- Identificación de fuentes de materiales: Se debían identificar las fuentes de materiales que se encontraran sobre la vía y que tuvieran licencia de funcionamiento. La información de la fuente de material debía ser llenada en el respectivo formato que contenía información relacionada a los materiales de los que disponía la fuente y sus precios. El punto debía ser geo-referenciado.



Figura 18. Identificación de fuentes de materiales.

- Programación de conteos vehiculares: Se debía determinar los TPD de todas las vías y para ellos se debía coordinar la realización de aforos en puntos definidos previamente en oficina. Se requería la contratación y capacitación de jóvenes de la zona para la realización de dicha actividad.



Figura 19. Conteos vehiculares.

Toda la información recogida en campo bien sea en formato de papel, en los diccionarios de datos del GPS o los archivos tipo mapa capturados en el GPS, debía ser corregida, organizada y posteriormente ser enviada a la oficina principal en el campus universitario para que fuera procesada.

5.3. Acompañamiento en visitas de la Interventoría.

Esta nueva faceta para mí y para todos mis demás compañeros de trabajo de campo, fue enriquecedor, puesto que se aprende de personas especializadas en el tema de vías y como se gestiona el desempeño del recurso humano, siendo eficaz y competente a la hora de tomar decisiones a calificar. La Interventoría correspondía a un grupo de ingenieros provenientes de la ciudad de Bogotá CIVILTEC S.A. Los cuales programaban visitas de campo con la finalidad de revisar que el proceso de inventario se estuviera realizando de manera adecuada. Estas visitas se programaban con algunos días de anterioridad y se indicaban las vías que iban a visitar y por consiguiente calificar. En Geomática se debía organizar el operativo, lo cual consistía en la adquisición de camionetas, equipos GPS, herramientas, obreros y los documentos que contenían la información del inventario.

El trabajo mío consistió en ofrecer información a los ingenieros interventores acerca de los procedimientos desarrollados en campo durante el inventario de las vías seleccionadas, además de manejar el GPS para el control de coordenadas en los puntos de referencia y también toma de medidas de las diferentes estructuras y elementos de las vías que ellos fueran considerando por inspeccionar.

Las visitas de Interventoría tenían una duración de 2 días en los cuales se visitaban las vías definidas por el interventor. El procedimiento de Interventoría consistía en la confrontación de la información adquirida en campo con la visualización y medición directa de los elementos en campo. Los interventores revisaban que las medidas estuvieran correctamente tomadas, que no fuesen a faltar elementos tomados en el inventario y que la geo-referenciación y el abscisado estuvieran correctos.



Figura 20. Acompañamiento en visitas de la Interventoría.

5.4. Procesamiento y diagnóstico.

Debido a que el contrato requería hacer el diagnóstico y presupuesto de intervención aproximado de superficies de rodaduras, obras de drenaje, sitios críticos, muros de contención y puentes, se debió realizar la metodología para el diagnóstico de dichos elementos de la vía. Aunque principalmente para mí práctica me concentre específicamente en los Sitios Críticos. De igual manera se brindó apoyo en el diagnóstico de los demás componentes de las vías.

Para realizar el diagnóstico se debía primero recibir la información de campo y organizarla de manera adecuada. La información de los Sitios Críticos provenía de

campo almacenado en el diccionario de datos. El diagnóstico de Sitios Críticos tenía como finalidad determinar la causa y la actividad a realizar que mitigara el problema de estabilidad del talud afectado. Esto con base en información recopilada en campo, de acuerdo a su longitud afectada y la altura correspondiente al talud, además de ser clasificado por el tipo de inestabilidad y calificado dentro de un rango de severidad. Debido a que el número de Sitios Críticos era muy amplio, se hizo necesario establecer una metodología de priorización dentro de los más comunes en las vías de Santander. Para hacer un diagnóstico masivo de Sitios Críticos; para ello se realizó una programación en Excel la cual de acuerdo a su causa se calificaba en una actividad recomendada que redujera el riesgo del problema.

Debido a que el trabajo de diagnóstico y el manual de Sitios Críticos es el aporte de mí práctica a la Universidad será tratado con más detalle en la segunda parte de este libro.

SEGUNDA PARTE: MANUAL DE RECONOCIMIENTO Y EVALUACIÓN DEL COSTO DE UN SITIO CRÍTICO COMO APOORTE DE PRÁCTICA DE CAMPO, PARA LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER ADQUIRIDA EN EL INVENTARIO DE VIAS SECUNDARIAS EN SANTANDER.

1. MANUAL DE RECONOCIMIENTO PARA LA INSPECCIÓN VISUAL DE SITIOS CRITICOS COMO MOVIMIENTOS DE MASA MASIVOS.

Para poder hacer un correcto inventario y en el caso de los Sitios Críticos fue necesario crear un manual interno de inspección de Sitios Críticos el cual nos serviría a todos los practicantes en campo para unificar conceptos y permitir que la información recolectada fuera coherente, suficiente y precisa.

Este manual fue desarrollado durante la ETAPA de aprestamiento del proyecto por origen del Invias y se modificó de acuerdo a los Sitios Críticos Contemplados dentro de las especificaciones del Ministerio de Transporte. Personalmente le hice esas modificaciones con asesoría de mi Director de Proyecto. El manual de inspección visual de Sitios Críticos se divide en cuatro señales de movimientos, la primera de ellas son los Derrumbes, el cual se clasifican en Caídos e Inclinación ó Volteo, la segunda señal de movimiento son los Deslizamientos, clasificados en Deslizamiento Rotacional y Deslizamiento Traslacional, la tercera señal de movimiento es la Estabilidad de Banca, clasificada por la Caída de Banca y El Hundimiento de la Subrasante, la cuarta señal de movimiento es la Reptación, aunque no muy considerada por su poca frecuencia pero se tuvo en cuenta por si se llegaba a encontrar en el Inventario. El manual interno para inspección visual de Sitios Críticos es una herramienta muy importante en el desarrollo del proyecto en cuanto al tema de Sitios Críticos, puesto que este permite obtener información rápida y sencilla para ser utilizada en cualquier momento por cualquier inspector

de campo ó estudiante que quiera profundizar en el tema, con la finalidad de identificar los daños y las patologías de las severidades para cada una de las clasificaciones de los Sitios Críticos.

El conocimiento del manual es el punto de partida para el diagnóstico de Sitios Críticos puesto que este contiene los términos y clasificaciones adecuadas para la correcta caracterización de la información.

Cabe anotar que el contenido del manual interno de Sitios Críticos se baso en el manual de carreteras nacionales desarrollado por el INVIAS.

CLASIFICACIÓN DE UN SITIO CRÍTICO Y SUS TIPOLOGÍAS

<u>CLASIFICACIÓN</u>	<u>TIPOLOGÍAS</u>
DERRUMBES	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Caídos ▪ Inclinación ó Volteo
DESLIZAMIENTOS	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Deslizamiento Rotacional ▪ Deslizamiento Traslacional
ESTABILIDAD DE BANCA	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Caída de Banca ▪ Hundimiento de Subrasante
REPTACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Reptación

Tabla 1. Clasificación de un Sitio Crítico y sus tipologías.

2. EVALUACION DE DAÑOS Y CALIFICACION DEL NIVEL DE SEVERIDAD DE LOS SITIOS CRITICOS:

CUADRO DE SEVERIDADES

➤ Daños y Severidades generales:

A continuación se señalan los daños y Severidades generales comunes en los Sitios Críticos:

SITIO CRITICO	CLASIFICACIÓN	NIVEL DE SEVERIDAD	
DERRUMBES	Caídos	BAJA	Frecuencia caída uno o dos veces por año
		MEDIA	Frecuencia caída tres a seis veces por año
		ALTA	Frecuencia caída mayores de seis veces por año
	Inclinación ó volteo	BAJA	Descritos por el Ingeniero que haga la inspección, bajo su criterio.
		MEDIA	
		ALTA	No existe este nivel
DESLIZAMIENTOS	Deslizamiento Rotacional	BAJA	Posibilidad de deslizamiento a futuro
		MEDIA	Deslizamiento pronunciado, pero aun no afecta la vía
		ALTA	Terreno ya deslizado y afecta parte o la totalidad de la vía
	Deslizamiento Traslacional	BAJA	Posibilidad de deslizamiento a futuro
		MEDIA	Deslizamiento pronunciado, pero aun no afecta la vía
		ALTA	Terreno ya deslizado y afecta parte o la totalidad de la vía
ESTABILIDAD DE BANCA	Caída de Banca	BAJA	Caída de banca con afectación de calzada < 2% del ancho de la calzada
		MEDIA	Caída de banca con afectación de calzada entre 2% y el 10% del ancho de la calzada
		ALTA	Caída de banca con afectación de calzada >10% del ancho de la calzada
	Hundimiento de Subrasante	BAJA	Hundimientos menores de 5 cm
		MEDIA	Hundimientos entre 5-20 cm
		ALTA	Hundimientos mayores a 20 cm
REPTACIÓN	Reptación	BAJA	Reptación lejos de la vía o muy al costado sin afectación en la vía
		MEDIA	Reptación cerca de la vía, pero aun no ha afectado
		ALTA	El movimiento de la masa arrastra la vía

Tabla 2. Daños y Severidades generales.

3. LABOR DE CAMPO Y RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN.

La recopilación de información en campo es clave y además principal como punto de partida en el estudio del estado de los Sitios Críticos y es preciso que este procedimiento requiera de especial atención.

La inspección de un Sitio Crítico estaría conformada por la geo-referenciación del punto mediante el aparato de GPS, la toma de registro fotográfico, toma de medidas, identificación de tipologías y clasificación de severidades.

El procedimiento de inspección de un Sitio Crítico comienza con el vínculo en el aparato de GPS del registro de un elemento tipo línea correspondiente al eje de la vía, con un elemento tipo punto correspondiente al Sitio Crítico; en el diccionario de datos incorporado al GPS se ingresa a la opción (Options), luego siguiente (Next), y se busca el Link "Sitio Crítico", y se clasificaba el tipo de Sitio Crítico, luego el PR (Punto de referencia) leído del odómetro del vehículo, la ubicación del mismo (Talud superior ó inferior), si era a la derecha ó a la izquierda, la longitud y la altura, y finalmente se calificaba el nivel de severidad de acuerdo a las especificaciones y valoraciones visuales por el inspector de campo. Además de la información que se capturaba en el aparato de GPS, se debía llenar un formato de bitácora, que permitía llevar un registro de información adicional sobre el Sitio Crítico, esto para organizar la información de forma más detallada en oficina.

El formato ó Shape (16) suministrado por el Ministerio de Transportes Nacional empleado en el inventario de Sitios Críticos se muestra a continuación:

5.2.5.2 SITIOS CRÍTICOS. (SHP16)

Deberá identificar los sitios críticos que posee la vía indicando su abscisa de inicio y terminación, el lado en el que se encuentra dicho sitio crítico teniendo en cuenta el sentido de la vía (derecha o izquierda) e indicar si se ubica en talud superior o inferior.

Para la identificación de estos sitios críticos deberá tener en cuenta como mínimo las siguientes señales de movimiento:

5.2.5.2.1 GRIETAS DE TRACCIÓN EN CARRETERAS O EN LOS TALUDES.

Permiten la infiltración de agua y por consiguiente favorecen la reducción de la resistencia a lo largo del plano de falla debido a la generación de presiones de poros adicionales. Indican que la ladera o el talud se encuentran en las primeras etapas de su movimiento.

5.2.5.2.2 HUNDIMIENTO DE SUBRASANTE

Desplazamientos verticales de la calzada pueden indicar movimientos de reptación de la ladera o el desarrollo de un proceso de inestabilidad de talud inferior. Sin embargo, estos movimientos pueden estar asociados con el asentamiento del relleno alrededor de las alcantarillas.

5.2.5.2.3 DETRITOS EN LA VÍA.

Los detritos pueden generarse directamente en el sitio de desintegración de la roca, o ser transportados y depositados en otros sitios por las corrientes de agua. Estos detritos pueden ser antecedentes a una caída masiva de rocas o de un deslizamiento.

5.2.5.2.4 ABULTAMIENTO SOBRE O BAJO LA CARRETERA.

Muchos deslizamientos de masas de suelo pueden presentar abultamiento hacia la pata del talud, en la que la masa deslizada se ha acumulado.

5.2.5.2.5 CAMBIOS DE FORMA.

Desviaciones en arboles, líneas eléctricas, postes de teléfono y cercados tensionados o inclinados son indicadores de movimientos de terreno.

5.2.5.2.6 DEFORMACIÓN DE ESTRUCTURAS ADYACENTES.

Se refiere a la afectación de estructuras como puentes, edificaciones o muros de contención. En puentes deberá prestarse atención especial a inclinación de los estribos o asentamientos en las losas de aproximación, debido a que pueden estar relacionadas con movimientos de flujo plástico (reptamiento o creep). En edificaciones, dependiendo de su ubicación con la masa deslizada, pueden presentarse agrietamientos en muros, cimentaciones, levantamientos o hundimientos. En estructuras de contención, puede observarse una pérdida de verticalidad o algún tipo de agrietamiento debido a los empujes de las masas deslizadas.

5.2.5.2.7 EROSIÓN

Encierra los problemas de socavación ocasionados por defectos en las entregas de las estructuras de drenaje en la pata de los terraplenes o taludes de corte.

Para cada uno de los sitios encontrados, el consultor deberá determinar el grado de severidad de acuerdo a la tabla que se adjunta, describir la causa del problema presentado y brindar una recomendación de intervención:

CALIFICACIÓN	NIVEL DE SEVERIDAD	CAUSA	RECOMENDACIÓN INTERVENCIÓN
5	Sin daño o daño insignificante		
4	Daño pequeño reparación no necesaria.		
3	Daño pequeño reparación necesaria.		
1	Daño grave reparación urgente.		

Tabla 3. Tomado de las especificaciones técnicas del Invias para la elaboración de Inventarios Viales.

Este es el Shape (16), correspondiente a los Sitios Críticos contemplados por el Ministerio de Transporte, esto tuvo una reforma puesto que para el Ministerio de Transporte, no todo era prioridad dentro de las vías Secundarias, entonces se llego a un arreglo de cuales Sitios Críticos eran de mayor prioridad en este inventario Vial, lo que facilitó un poco las cosas para montar este Shape en el diccionario de datos creado para Sitios Críticos, se catalogó como movimientos de masa masivos.

PR. INICIAL		PR. FINAL		CODIGO DE LA VIA	LADO	TIPO	TALUD
	+		+				

TIPO	ESTABILIDAD DE BANCA
	DERRUMBE
	DESLIZAMIENTO

LADO	DERECHO
	IZQUIERDO

LADO	SUPERIOR
	INFERIOR

BAJA	SEVERIDAD
MEDIA	SEVERIDAD
ALTA	SEVERIDAD

Tabla 4. Cuadro Básico como ejemplo del diccionario de datos del aparato GPS.

4. PROCEDIMIENTOS PARA LA EVALUACIÓN DEL ESTADO DE LOS SITIOS CRITICOS.

La naturaleza juega un papel importante en las vías, esto se suma al hecho que ella nos brinda la base o la “Mesa para nuestras fichas”, por decirlo así, nuestro soporte para construir sobre ella. Son muchas las causas que pueden llevar a la falla de un talud, entre ellas se encuentran los problemas de mal drenaje superficial y subsuperficial, sumado a esto se encuentran los malos cortes ó perfilados inadecuados, las fallas geológicas presentes en la zona y la intervención del hombre, entre otras. El trabajo de campo ha servido para identificar cada uno de estos problemas pero es necesario hacer una evaluación global del Sitio Critico, la cual se resume en sugerir que actividades ó recomendaciones se deben realizar en cada uno de los Sitios Críticos, bien sean estas actividades de mantenimiento, reparación, revegetalización, remoción de material o requiera estudio geotécnico.

La toma de decisiones, en campo y oficina no es tarea fácil, se requiere de un análisis muy detallado, en caso nuestro el alcance del proyecto nos limita a hacer análisis más minuciosos con ayuda de los especialistas. Las actividades de mantenimiento son las más utilizadas por las alcaldías, puesto que el dinero invertido en reparaciones y reconstrucciones es bastante costoso. El hacer el inventario de Sitios Críticos puede facilitar la implementación de estos trabajos, y el diagnóstico puede ayudar a cuantificarlos.

A continuación se presentan los procedimientos que se siguieron para la evaluación de los Sitios Críticos de algunas de las vías secundarias de Santander. Debido a que los procedimientos para el diagnóstico de Sitios Críticos están enfocados a aplicarse a una gran cantidad de inestabilidades de taludes en Santander, además por disponibilidad de tiempo no permitiría el análisis uno a

uno, la inspección de los Sitios Críticos se realizó de forma visual y se limitó a la clasificación del tipo de daño; se requiere que el diagnóstico se pueda realizar de manera masiva, para ello se implementa la estrategia de definir unos tipos de daños prioritarios y más comunes dentro del Inventario Vial de Santander, y para estos Sitios Críticos determinar una propuesta basada en porcentajes de daño asignados de acuerdo a los grados de severidad, puesto que evaluar un costo específico, no se podría debido que este tema es de manera global y requiere de cálculos de cantidades de obra individual.

El punto de partida para definir un costo de intervención para la depuración de los sitios críticos es la definición de las acciones a tomar para cada uno de los problemas que se hayan encontrado.

Como ya se mencionó anteriormente durante el trabajo de campo se identificaron las fallas presentes en cada sitio crítico asignando a cada una de estas fallas un grado de severidad dándole de manera general el grado BAJA, si tiene fallas insignificantes, MEDIA, a una falla leve sin necesidad de reparación, ALTA, a una falla grave y que requiere inmediata intervención.

Basados en una serie de patologías, cada una con sus grados de severidad, se procede a indagar y definir la intervención correspondiente a cada una de las severidades para cada falla.

A continuación se presenta en la siguiente tabla de Excel dicho procedimiento de oficina:

3 DERRUMB	3_1_Caidos	3_2_Inclin	3_3_Ubicac	3_4_Distan	4 DESLIZA	4_1_Des_R	4_2_Des_Tr	4_3_Ubicac
No	Sin Severidad	Sin Severidad	Ninguno	0,000	No	Sin Severidad	Sin Severidad	Ninguno
No	Sin Severidad	Sin Severidad	Ninguno	0,000	No	Sin Severidad	Sin Severidad	Ninguno
No	Sin Severidad	Sin Severidad	Ninguno	0,000	No	Sin Severidad	Sin Severidad	Ninguno
No	Sin Severidad	Sin Severidad	Ninguno	0,000	No	Sin Severidad	Sin Severidad	Ninguno
No	Sin Severidad	Sin Severidad	Ninguno	0,000	No	Sin Severidad	Sin Severidad	Ninguno
No	Sin Severidad	Sin Severidad	Ninguno	0,000	No	Sin Severidad	Sin Severidad	Ninguno
No	Sin Severidad	Sin Severidad	Ninguno	0,000	No	Sin Severidad	Sin Severidad	Ninguno
No	Sin Severidad	Sin Severidad	Ninguno	0,000	No	Sin Severidad	Sin Severidad	Ninguno
No	Sin Severidad	Sin Severidad	Ninguno	0,000	No	Sin Severidad	Sin Severidad	Ninguno
No	Sin Severidad	Sin Severidad	Ninguno	0,000	No	Sin Severidad	Sin Severidad	Ninguno
Si	Severidad Media	Sin Severidad	Talud Derecho	10,000	Si	Sin Severidad	Severidad Media	Ninguno
No	Sin Severidad	Sin Severidad	Ninguno	0,000	Si	Sin Severidad	Severidad Alta	Ninguno
Si	Severidad Media	Severidad Baja	Talud Derecho	70,000	Si	Sin Severidad	Severidad Alta	Talud Derecho
Si	Severidad Media	Severidad Baja	Talud Izquierdo	42,000	Si	Severidad Media	Severidad Alta	Ambos Taludes
Si	Severidad Media	Severidad Baja	Talud Derecho	40,000	Si	Severidad Media	Severidad Alta	Talud Izquierdo
Si	Sin Severidad	Sin Severidad	Talud Izquierdo	17,000	Si	Sin Severidad	Severidad Alta	Talud Izquierdo
Si	Severidad Alta	Sin Severidad	Talud Derecho	10,000	No	Sin Severidad	Sin Severidad	Ninguno
No	Sin Severidad	Sin Severidad	Ninguno	0,000	No	Sin Severidad	Sin Severidad	Ninguno
Si	Severidad Alta	Severidad Media	Talud Derecho	25,000	Si	Sin Severidad	Severidad Alta	Ninguno

4_4_Distan	5 ESTAB	5_1_Locali	5_2_Caida	5_3_Hund	5_4_Distan	6 REPTACI	6_1_Severi	6_2_Ubicac
0,000	Si	Ninguno	Sin Severidad	Severidad Alta	19,000	No	Sin Severidad	Ninguno
0,000	Si	Ninguno	Sin Severidad	Severidad Alta	11,000	No	Sin Severidad	Ninguno
0,000	Si	Ninguno	Sin Severidad	Severidad Alta	14,000	No	Sin Severidad	Ninguno
0,000	Si	Ninguno	Sin Severidad	Severidad Alta	10,000	No	Sin Severidad	Ninguno
0,000	Si	Ninguno	Sin Severidad	Severidad Alta	20,000	No	Sin Severidad	Ninguno

0,000	Si	Ninguno	Sin Severidad	Severidad Alta	15,000	No	Sin Severidad	Ninguno
0,000	Si	Ninguno	Sin Severidad	Severidad Alta	28,000	No	Sin Severidad	Ninguno
0,000	Si	Ninguno	Sin Severidad	Severidad Alta	58,000	No	Sin Severidad	Ninguno
0,000	Si	Ninguno	Sin Severidad	Severidad Alta	10,000	No	Sin Severidad	Ninguno
60,000	Si	Talud Izquierdo	Severidad Baja	Severidad Baja	60,000	No	Sin Severidad	Ninguno
25,000	No	Ninguno	Sin Severidad	Sin Severidad	0,000	No	Sin Severidad	Ninguno
70,000	Si	Ninguno	Sin Severidad	Severidad Baja	70,000	No	Sin Severidad	Ninguno
42,000	Si	Talud Derecho	Severidad Baja	Severidad Media	42,000	No	Sin Severidad	Ninguno
40,000	Si	Ninguno	Sin Severidad	Severidad Media	40,000	No	Sin Severidad	Ninguno
17,000	Si	Ambos Taludes	Sin Severidad	Severidad Media	17,000	No	Sin Severidad	Ninguno
0,000	No	Ninguno	Sin Severidad	Sin Severidad	0,000	No	Sin Severidad	Ninguno
0,000	Si	Talud Izquierdo	Severidad Alta	Severidad Baja	23,000	No	Sin Severidad	Ninguno
25,000	No	Talud Izquierdo	Severidad Alta	Sin Severidad	0,000	No	Sin Severidad	Ninguno

6_3_Distancia	7_Tipo	7_1_Sentido	7_2_Estado	7_3_Funcion	7_4Est_Estructural	7_5_Inspec	Observación	PRINICIAL
0,000	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Daño Insignificante	No	Ninguna	8950,000
0,000	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Daño Insignificante	No	Ninguna	11068,000
0,000	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Daño Insignificante	No	Ninguna	11108,000
0,000	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Daño Insignificante	No	Ninguna	11414,000
0,000	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Daño Insignificante	No	Ninguna	11687,000
0,000	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Daño Insignificante	No	Ninguna	12596,000
0,000	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Daño Insignificante	No	Ninguna	12674,000
0,000	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Daño Insignificante	No	Ninguna	12900,000
0,000	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Daño Insignificante	No	Ninguna	12986,000
0,000	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Daño Insignificante	No	Ninguna	15940,000

0,000	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Daño Insignificante	No	Ninguna	22280,000
0,000	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Daño Insignificante	No	Ninguna	22849,000
0,000	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Daño Insignificante	No	Ninguna	36442,000
0,000	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Daño Insignificante	No	Ninguna	37960,000
0,000	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Daño Insignificante	No	Ninguna	38432,000
0,000	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Daño Insignificante	No	Ninguna	38480,000
0,000	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Daño Insignificante	No	Ninguna	51210,000
0,000	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Daño Insignificante	No	Ninguna	53759,000

PRFIN	COD_VIA	LADO	TIPO	TALUD	CARPETA	FOTO_IN	FOTO_FIN	8 Observacion	ALTURA
8960,000	45ast04	IZQ	-	SUPERIOR	CT2	6386	6386	Ninguna	19
11079,000	45ast04	IZQ	-	INFERIOR	CT2	6493	6493	Ninguna	10
11022,000	45ast04	IZQ	-	INFERIOR	CT2	6496	6496	Ninguna	6
11424,000	45ast04	IZQ	-	SUPERIOR	CT2	6415	6415	Ninguna	25
11707,000	45ast04	IZQ	-	SUPERIOR	CT2	6425	6425	Ninguna	5
12611,000	45ast04	IZQ	-	SUPERIOR	CT2	6605	6605	Ninguna	8
12702,000	45ast04	IZQ	-	SUPERIOR	CT2	6621	6621	Ninguna	12
12958,000	45ast04	DER	-	SUPERIOR	CT2	6645	6645	Ninguna	30
12996,000	45ast04	IZQ	-	INFERIOR	CT2	6655	6655	Ninguna	20
16000,000	45ast04	IZQ	-	INFERIOR	CT2	6781	6781	Ninguna	15
22290,000	45ast04	DER	-	INFERIOR	CT2	7044	7044	Ninguna	10
22908,000	45ast04	IZQ	-	INFERIOR	CT2	7058	7058	Ninguna	4
36512,000	45ast04	IZQ	-	SUPERIOR	CT2	7012	7012	Ninguna	2
38000,000	45ast04	IZQ	-	SUPERIOR	CT2	7702	7702	Ninguna	14

38449,000	45ast04	DER	-	SUPERIOR	CT2	7728	7728	Ninguna	5
38500,000	45ast04	IZQ	-	INFERIOR	CT2	8081	8081	Ninguna	7
51233,000	45ast04	IZQ	-	INFERIOR	CT2	8432	8432	Ninguna	10
53784,000	45ast04	DER	-	INFERIOR	CT2	8542	8542	Ninguna	8

CAUSA	ACTIVIDAD
Infiltración de escorrentía + Deficiente compactación	Cunetas + subdrenes + Reparación vía
Infiltración de escorrentía;	Cunetas + subdrenes + Reparación banca
Infiltración de escorrentía;	Cunetas + subdrenes + Reparación banca
Falta limpieza;	Remoción de vegetación y material
-	-
Infiltración de escorrentía o Inestabilidad talud ;	Cunetas + subdrenes + Reparación banca
Infiltración/Concentración de escorrentía;	Cunetas + subdrenes + Reparación empalme
Infiltración de escorrentía + Cunetas con vegetación	Cunetas + subdrenes + Reparación bache
-	-
Infiltración	Remoción material + Muro en Gavión;
Infiltración	Remoción material + Muro en Gavión+Canal en corona;
Concentración escorrentía + Pendiente;	Tender talud + Revegetalizar;
-	-
Pendiente; Concentración de escorrentía	Revegetalizar Talud derecho; Cunetas + subdrenes
Infiltración + Saturación de la masa;	Remoción + Muro en Gavión;
Infiltración + Cambio de resistencia en el contacto;	Remoción material caído y por caer + Canal en corona
Pendiente + Saturación Material;	Cuneta (talud derecho) + Muro reforzado
Saturación Subsuperficial + Concentración de escorrentía + Material coluvial;	Canal en corona + Revegetalización talud + Muro en Gavión;

Tabla 5. Procedimiento para la evaluación del estado de los sitios críticos.



Estas tablas hacen parte del procedimiento de oficina el cual fue fundamentado en la información capturada en campo.

4.1. DETERMINACIÓN DE LOS SITIOS CRÍTICOS PRIORIZADOS, DERRUMBES, DESLIZAMIENTOS, ESTABILIDAD DE BANCA.

Como anteriormente se ha mencionado, es importante realizar un diagnóstico y alternativas de intervención para los Sitios Críticos inspeccionados y priorizados; debido a que la inspección fue netamente visual no se cuenta con las dimensiones exactas de los daños registrados, por ello es necesario definir un procedimiento que permita determinar dichas cantidades de daño.

La alternativa seleccionada consiste en definir las dimensiones principales, en este caso de los Sitios Críticos a evaluar. Para determinar las dimensiones de los Sitios Críticos, se tomaron las vías que más presentaban estos tipos de daños. Las vías seleccionadas fueron:

VÍA	DERRUMBES	DESLIZAMIENTOS	ESTABILIDAD DE BANCA	CANTIDAD SITIOS CRITICOS
4704(VADOREAL-SUAITA-LA AGUADA-LA PAZ-MIRABUENO-SANTA HELENA DEL OPON)	43	42	61	146
45AST12(PUENTE NACIONAL-JESUS MARIA-LA VENTA-FLORIAN)	10	10	30	50
45AST07(BUCARA MANGA-LA PLAYA-MATANZA-SURATA-CALIFORNIA)	9	1	3	13

Tabla 6. Vías escogidas de acuerdo a la priorización del Sitio Critico.

4.2. IDENTIFICACIÓN DE UN SITIO CRÍTICO EN CAMPO.

4.2.1. INICIACION CRÍTICA.



Figura 24. Caída de Banca, Severidad Baja (Vadoreal-Santa Helena del Opón).



Figura 25. Deslizamiento, Severidad Baja (Puente Nacional-Florián).



Figura 26. Derrumbe, Severidad Baja (Bucaramanga-Matanza-California).

TIPO DE MOVIMIENTO	CONDICIONES DE INICIACION CRITICA POR DIMENSION
ESTABILIDAD DE BANCA	Si la longitud es menor de 5 metros y la altura es menor de 15 metros, Caída de banca con afectación de calzada < 2% del ancho de la calzada.
DESLIZAMIENTO	Si la longitud es menor de 10 metros y la altura es menor de 10 metros, Posibilidad de deslizamiento a futuro.
DERRUMBE	Si la longitud es menor de 10 metros y la altura es menor de 10 metros, Frecuencia caída uno o dos veces por año.

Tabla 7. Condiciones de iniciación crítica por dimensión.

VÍA	TIPO DE MOVIMIENTO	ALTURA	LONGITUD	CAUSA	INICIACION
4704 (VADOREAL-SUAITA-LA AGUADA-LA PAZ-MIRABUENO-SANTA HELENA DEL OPON)	ESTABILIDAD DE BANCA	10 METROS	4 METROS	Concentración de escorrentía.	SI
45AST12 (PUENTE NACIONAL-JESUS MARIA-LA VENTA-FLORIAN)	DESLIZAMIENTO	8 METROS	5 METROS	Revegetalizar + Cunetas + subdrenes.	SI
45AST07 (BUCARAMANGA-LA PLAYA-MATANZA-SURATA-CALIFORNIA)	DERRUMBE	5 METROS	6 METROS	Talud escalonado, revegetalización.	SI

Tabla 8. Datos comparativos de Iniciación crítica en campo.

4.2.2. SEMICRITICO.



Figura 27. Caída de Banca, Severidad Media (Vadoreal-Santa Helena del Opón).



Figura 28. Deslizamiento, Severidad Media (Puente Nacional-Florián).



Figura 29. Derrumbe, Severidad Media (Bucaramanga-Matanza-California).

TIPO DE MOVIMIENTO	CONDICIONES DE UN SEMICRITICO POR DIMENSION
ESTABILIDAD DE BANCA	Si la longitud está entre 5-10 metros y la altura entre 15-20 metros, Caída de banca con afectación de calzada entre 2% y el 10% del ancho de la calzada.
DESLIZAMIENTO	Si la longitud está entre 10-20 metros y la altura entre 10-20 metros, Deslizamiento pronunciado, pero aun no afecta la vía.
DERRUMBE	Si la longitud está entre 10-20 metros y la altura entre 10-20 metros, Frecuencia caída tres a seis veces por año.

Tabla 9. Condiciones Semicriticas por dimensión.

VÍA	TIPO DE MOVIMIENTO	ALTURA	LONGITUD	CAUSA	SEMICRITICO
4704 (VADOREAL-SUAITA-LA AGUADA-LA PAZ-MIRABUENO-SANTA HELENA DEL OPON)	ESTABILIDAD DE BANCA	18 METROS	7 METROS	Saturación de la masa del suelo por infiltración.	SI
45AST12 (PUENTE NACIONAL-JESUS MARIA-LA VENTA-FLORIAN)	DESLIZAMIENTO	15 METROS	15 METROS	Saturación subsuperficial + Pendiente Alta.	SI
45AST07 (BUCARAMANGA-LA PLAYA-MATANZA-SURATA-CALIFORNIA)	DERRUMBE	15 METROS	12 METROS	Erosión y Alta pendiente de talud.	SI

Tabla 10. Datos comparativos Semicriticos de campo.

4.2.3. SITIO CRÍTICO.



Figura 30. Caída de Banca, Severidad Alta (Vadoreal-Santa Helena del Opón).



Figura 31. Deslizamiento, Severidad Alta (Puente Nacional-Florián).



Figura 32. Derrumbe, Severidad Alta (Bucaramanga-Matanza-California).

TIPO DE MOVIMIENTO	CONDICIONES DE UN SITIO CRITICO POR DIMENSION
ESTABILIDAD DE BANCA	Si la longitud es mayor ò igual a 10 metros y la altura es mayor a 20 metros, Caída de banca con afectación de calzada >10% del ancho de la calzada.
DESLIZAMIENTO	Si la longitud es mayor ò igual a 20 metros y la altura es mayor a 20 metros, Terreno ya deslizado y afecta parte o la totalidad de la vía.
DERRUMBE	Si la longitud es mayor ò igual a 20 metros y la altura es mayor a 20 metros, Frecuencia caída mayores de seis veces por año.

Tabla 11. Condiciones Críticas por dimensión.

VÍA	TIPO DE MOVIMIENTO	ALTURA	LONGITUD	CAUSA	SITIO CRITICO
4704 (VADOREAL-SUAITA-LA AGUADA-LA PAZ-MIRABUENO-SANTA HELENA DEL OPO)	ESTABILIDAD DE BANCA	40 METROS	20 METROS	Concentración de escorrentía + Saturación de la masa + Socavación	SI
45AST12 (PUENTE NACIONAL-JESUS MARIA-LA VENTA-FLORIAN)	DESLIZAMIENTO	30 METROS	30 METROS	Concentración escorrentía en talud; Infiltración/Estancamiento de agua en vía	SI
45AST07 (BUCARAMANGA-LA PLAYA-MATANZA-SURATA-CALIFORNIA)	DERRUMBE	20 METROS	50 METROS	Rodamiento de material, posible deslizamiento de capa vegetal, Pendientes muy altas	SI

Tabla 12. Datos comparativos Críticos de campo.

5. DIAGNOSTICO Y ALTERNATIVAS DE INTERVENCION.

Son los diagnósticos y alternativas, de las vías seleccionadas dentro de un rango prioritario como las de mayor Sitios Críticos en el Departamento de Santander, empezando por la 4704 (VADOREAL-SUAITA-LA AGUADA-LA PAZ-MIRABUENO-SANTA HELENA DEL OPON), seguida de la 45AST12 (PUENTE NACIONAL-JESUS MARIA-LA VENTA-FLORIAN), y por concluir la 45AST07 (BUCARAMANGA-LA PLAYA-MATANZA-SURATA-CALIFORNIA).

A continuación se muestran los diagnósticos de las tres vías priorizadas por cantidad de sitios críticos tomado de los resultados del INVENTARIO DE VÍAS SECUNDARIAS DE SANTANDER Y NORTE DE SANTANDER.

VIA DEPARTAMENTAL VADOREAL-SUAITA-AGUADA-LA PAZ- MIRABUENO-SANTA HELENA DEL OPON (4704)

4.1. LOCALIZACION

La vía se localiza en la zona sur del Departamento de Santander en la provincia comunera, comunica las poblaciones de Vadoreal, Suaita, Aguada, La Paz, Mirabueno y Santa Helena del Opón. En la imagen a continuación se presenta la localización general de la vía.

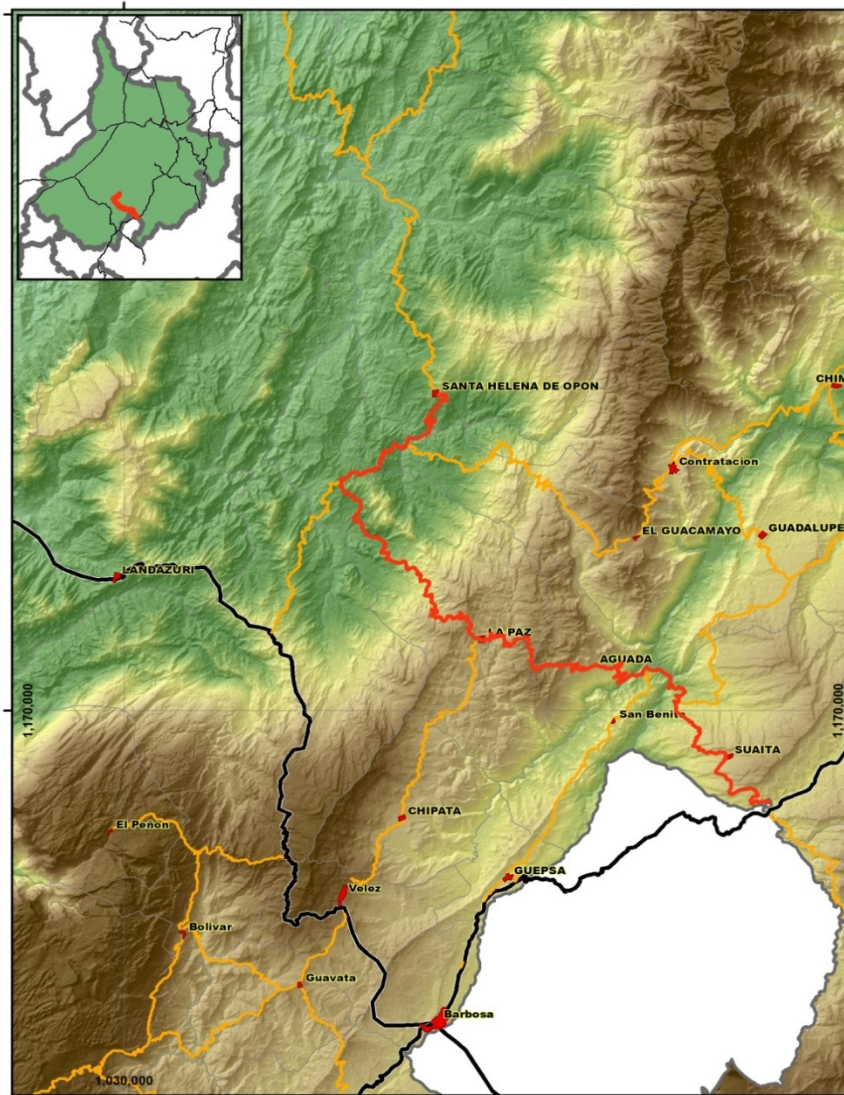


Figura 33. Localización de la vía priorizada 4704 (Vadoreal-Suaita-Santa Helena Opon).

5.1. CARACTERISTICAS DE LA VIA

La vía hace parte del grupo de vías departamentales priorizadas por el plan vial regional de Santander, organizadas así la vía entre Vadoreal y Suaita pertenece al eje Agroforestal y Enérgico, la vía entre Suaita y La Paz es clave porque comunica el eje Agroforestal y el eje del Folclor y el bocadillo; entre la Paz y Santa Helena de Opón la vía existente pertenece al eje del “Folclor y el Bocadillo”. Los municipios comunicados con esta vía son de la provincia Comunera. La longitud total de la vía es de 88.48 Km, distribuida su capa de rodadura de la siguiente manera, el 88.87% de la vía es en afirmado, el 9.74% en rodadura asfáltica y el 1.57% en concreto.

La vía tiene un ancho de calzada promedio de 4.63 m, a lo largo de su longitud ofrece aparentemente dos carriles que permiten el tránsito vehicular, debido a que su capa de rodadura en su mayoría es en afirmado no se identificaron bermas durante su recorrido. En cuanto al tipo de terreno, a lo largo de la vía el 66.24% de su longitud esta en terreno montañoso, el 10.2% en escarpado y la longitud restante en terreno ondulado.

A continuación se presenta un cuadro resumen de las características principales de la vía.

CARACTERISTICA	UNIDAD	CANTIDAD	CARACTERISTICA	UNIDAD	CANTIDAD
Características geométricas					
Longitud total	km	88.48	Obras de drenaje		
Ancho mínimo	m	2	Número de alcantarillas	unidad	426
Ancho promedio	m	4.63	Alcantarillas de < 36"	unidad	237
Ancho máximo	m	7	Alcantarillas de >= 36"	unidad	189
Pendiente longitudinal media	%	-			
Bombeos medios	%	2	Box Couverts	unidad	40
% terreno montañoso	%	66.24	Estructuras		
% terreno escarpado	%	10.2	Número de puentes	unidad	24
% terreno ondulado	%	23.56	Luz media de puentes	m	19,25
% terreno plano	%	-	Gálibo medio de puentes	m	5,98
Características capa de rodadura			Estructuras		
Longitud Pavimentos Asfáltico	km	8.62	Número de muros de contención	unidad	36
Longitud Pavimento Rígido	km	1.23	Long. total muros de contención	m	-
Longitud Afirmado	km	78.63			

Tabla 13. Características generales de la vía 4704.

5.2. ANÁLISIS DE TRANSITO Y DETERMINACION DE EJES EQUIVALENTES

Por medio de una estación de conteo de 12 horas ubicada en Suaita y aplicando factores de expansión por medio de imágenes del INSTITUTO NACIONAL DE VIAS se calculo un tráfico promedio diario de 167 vehículos (por día, el tipo de vehículo más representativo que transita corresponde a carros particulares con un porcentaje de participación del 60 % corresponden a vehículos livianos y un 40% a transporte de carga pequeños.

El número de ejes equivalentes kN_{80} se calcularon con tasa de crecimiento del 3% anual y con un factor de seguridad del 80% del cual se obtuvo como resultado que para un periodo de diseño de 10 años el diseño debe soportar una carga de:

$$339921 \text{ kN}_{80}$$

5.3. SITIOS CRITICOS

Las vías son estructuras susceptibles a muchos agentes que pueden perjudicar su funcionamiento y servicio, por esto es importante un mantenimiento rutinario a las vías que estén propensas a cualquier problema ya sea por inestabilidad de taludes o excesos de agua. Los sitios críticos son los puntos que indicaran una posible amenaza para el desarrollo y servicio normal, las perturbaciones pueden ser por derrumbes, deslizamientos o inestabilidad en la banca. Para sustentar la identificación de estos sitios es fundamental reconocer en campo ciertas señales que dejan los movimientos de tierra que darán aviso de futuras catástrofes y ayudaran entonces a estudiarlos y prevenirlos.

5.4. Estado Actual

Se identificaron 141 sitios críticos a lo largo de toda la vía, compuestos por: 47 sitios con problemas de inestabilidad en la banca, 24 sitios con derrumbes, 18 con deslizamientos, 11 sitios con presencia de derrumbes e inestabilidad en la banca, 11 con presencia de deslizamientos e inestabilidades en la banca, 6 sitios con presencia de derrumbes y deslizamientos, 3 sitios que combinan deslizamientos, derrumbes e inestabilidades en la banca, 2 sitios con deslizamientos y reptación, 2 sitios con posible reptación, 1 sitio comprometiendo la estabilidad en la banca y con reptación, y un sitio con la presencia de los cuatro problemas mencionados, a saber, deslizamiento, derrumbe, inestabilidad en la banca y posible reptación.

Esta vía presenta muchos problemas geotécnicos debido a la convección de múltiples factores como las fuertes lluvias en la zona, la presencia de múltiples fallas geológicas que la atraviesa (7 fallas geológicas definidas datadas por

INGEOMINAS), la pendiente de los taludes, la aparición de coluvión, la presencia de material con alta erodabilidad, y un factor antrópico como la mala construcción de algunas obras. Estos factores son en general, los mayores activadores de los problemas geotécnicos en el mundo, y en esta vía están agrupados. Las lluvias han generado la mayor parte de los problemas (saturación de los taludes, concentración de las aguas de escorrentía produciendo erosión y socavación en obras como alcantarillas), siendo las fallas geológicas un factor detonante.

Las obras de remediación recomendadas, pueden atacar los problemas geotécnicos debido a las aguas, pero para aquellos problemas donde la causa es la presencia de una falla geológica o la proximidad a esta, se recomienda un estudio geotécnico. En general, para tratar los problemas ocasionados por las lluvias, se recomiendan estructuras captadoras de escorrentía en los taludes (canales en la corona, cortacorrientes, estructuras de caídas) que deben empalmarse con cunetas y alcantarillas en la vía. Estas obras en general estarán acompañadas por estructuras de contención consistentes en muros en gavión, muros en concreto reforzado, muros alcancía, y por obras de conformación como la disminución de la pendiente de los taludes junto a la revegetalización de zonas desnudas.

Algunas alcantarillas han fallado debido a la socavación extrema en la entrega, para lo cual se ha propuesto la reconstrucción de estas pero con un muro colchón de defensa.

La siguiente tabla ilustra las características encontradas en estas tres vías priorizadas, como ejemplo de la causa y la recomendación calificada en el diagnóstico.

PR	DERRUMBE	DESLIZAMIENTO	ESTABILIDAD BANCA	REPTACION	CAUSA	TECNICA REMEDIACION
804	Si	No	No	No	Concentración de escorrentía + Erodabilidad del material;	Rellenar + Revegetalizar;
905	No	No	Si	No	Concentración de escorrentía;	Reconstruir entrega con refuerzo (colchón) + Relleno + Canal;
1079	No	No	Si	No	Infiltración;	Cunetas + subdrenes + Reconstruir tramo vía;
1160	No	Si	No	No	Concentración de escorrentía + Saturación subsuperficial;	Canal cortacorrientes (con entrega) + Remoción material inestable + Revegetalización;
1370	Si	No	Si	No	Saturación subsuperficial;	Talud der: Revegetalizar; Talud Izq: Muro en concreto reforzado;
1412	No	No	Si	No	Infiltración;	Cunetas + subdrenes + Muro en gavión + Canal cortacorriente + Reconstruir tramo vía;
1490	No	No	Si	No	Infiltración;	Cunetas + subdrenes + Muro en gavión + Canal cortacorriente + Reconstruir tramo vía;
2324	No	No	Si	No	Infiltración;	Cunetas + subdrenes + Muro reforzado(derecha) + Reconstruir tramo vía;
2426	No	No	Si	No	Infiltración;	Cunetas + subdrenes + Muro reforzado (derecha) + Reconstruir tramo vía;
3118	Si	Si	No	No	Saturación de la masa del suelo;	Canal cortacorrientes (con entrega) + Muro en gavión

						+ cunetas ´ subdrenes;
3190	No	No	Si	No	Saturación de la masa del suelo por infiltración;	Cunetas + subdrenes + Muro reforzado (derecha) + Reconstruir tramo vía;
3736	No	No	Si	Si	Saturación de la masa del suelo por infiltración;	Cunetas + subdrenes + cortacorrientes + Muro reforzado;
3887	No	No	Si	No	Movimiento estructura existente + Saturación masa;	Cunetas + subdrenes + Muro reforzado;
4890	Si	No	No	No	Infiltración;	Canal en la corona + Remoción bloque inestable + Muro en gavión;
4937	Si	No	No	No	Saturación subsuperficial + Erodabilidad del suelo;	Tender talud + Revegetalizar;
5367	No	No	Si	No	Infiltración;	Cunetas + subdrenes;
5458	No	No	Si	No		
5494	No	No	Si	No	Presencia de falla geológica;	Estudio geotécnico;
5736	No	No	Si	No	Saturación de la masa del suelo por infiltración;	Cunetas + subdrenes + Muro reforzado (derecha) + Reconstruir tramo vía;
6790	Si	No	No	No	Saturación;	Canal en corona + Muro en gavión;
9356	Si	No	No	No	Escorrentía superficial + Erodabilidad del material;	Revegetalizar;
10002	Si	No	No	No	Escorrentía superficial + Erodabilidad del material;	Revegetalizar;
10990	No	No	Si	No	Concentración de	Cunetas + subdrenes +

					eskorrentía + Saturación de la masa;	Relleno + Muro reforzado;
14842	No	No	Si	No	Concentración de eskorrentía + Saturación de la masa;	Cunetas + subdrenes + Relleno + Muro reforzado + Canal colector;
15404	Si	No	No	No	Concentración de eskorrentía + Saturación de la masa + Pendiente;	Canal en corona + Tender talud + Revegetalizar;
15485	No	No	Si	No	Concentración de eskorrentía + Saturación de la masa;	Cunetas + subdrenes + Muro reforzado;
15928	No	No	Si	No	Concentración de eskorrentía + Saturación de la masa;	Cunetas + subdrenes + Muro reforzado;
15996	No	No	Si	No	Concentración de eskorrentía;	Cunetas + subdrenes + Revegetalizar desnudos;
16630	No	No	No	Si	Saturación subsuperficial;	Remoción material inestable + Muro en gavión + relleno;
19928	Si	Si	No	No	Saturación de la masa de suelo;	Remoción material inestable + Muro en gavión + relleno;
23220	No	No	Si	No	Concentración de eskorrentía;	Cunetas + Revegetalizar;
25000	No	Si	Si	No	Saturación de la masa por infiltración;	Canal en corona + Remoción material inestable + Muro en gavión + Relleno + Revegetalizar;
26870	Si	No	Si	No	Concentración de eskorrentía;	Remoción material inestable + Muro en

						gavión + Revegetalizar;
27145	Si	No	Si	No	Concentración de escorrentía + Litología del material;	Remover escombros + Muro tipo alcancía + Revegetalizar;
27540	Si	No	Si	No	Concentración de escorrentía + Litología del material;	Remover escombros + Muro tipo alcancía + Revegetalizar;
29011	Si	No	Si	No	Concentración de escorrentía + Infiltración;	Remover escombros + Muro tipo alcancía + Revegetalizar;
31957	No	Si	No	No	Saturación subsuperficial;	Cana en corona + Remoción material inestable + Muro en gavión + relleno + revegetalización;
34200	Si	Si	No	No	Saturación de la masa + Concentración escorrentía;	Remoción material inestable + Muro en gavión + relleno + revegetalizar;
34247	Si	Si	No	No	Saturación de la masa + Concentración escorrentía;	Remoción material inestable + Muro en gavión + relleno + revegetalizar;
37478	No	Si	No	Si	Saturación de la masa + Cercanía a Falla geológica;	Canal en corona + Muro en gavión + Relleno + Revegetalización;
38250	Si	No	No	No	Saturación de la masa de suelo;	Conformación + Revegetalizar;
38441	Si	Si	No	No	Concentración de escorrentía + Saturación de la masa;	Canal cortacorriente + Conformación talud + Revegetalizar;
38684	Si	Si	No	No	Concentración de escorrentía +	Canal cortacorriente + Conformación talud +

					Saturación de la masa;	Revegetalizar;
39384	No	Si	No	No	Concentración de escorrentía + Saturación de la masa;	Canal cortacorriente + Conformación talud + Revegetalizar;
39422	No	Si	No	No	Concentración de escorrentía + Saturación de la masa;	Canal cortacorriente + Conformación talud + Revegetalizar;
39807	No	Si	No	Si	Concentración de escorrentía + Saturación de la masa;	Canal cortacorriente + Muro en gavión + Conformación talud + Revegetalizar;
40295	No	Si	No	No	Saturación subsuperficial;	Canal cortacorriente + Conformación talud + Revegetalizar;
41030	No	Si	No	No	Saturación subsuperficial;	Canal cortacorriente + Conformación talud + Revegetalizar;
43305	No	No	Si	No	Concentración de escorrentía;	Cunetas + subdrenes + Remoción material inestable + Relleno + Revegetalizar;
43659	No	Si	No	No	Concentración de escorrentía;	Canal cortacorriente + Conformación talud + Revegetalizar;
44192	No	No	Si	No		
44473	Si	No	No	No	Infiltración en roca + Concentración de escorrentía;	Remoción bloques inestables + Canal en la corona + Muro pantalla o Muro alcancía;
45154	No	No	Si	No	Saturación de la masa + Cercanía a Falla geológica;	Talud su: Canal en corona + Muro en gavión + Remoción material; Vía: Cunetas; Talud Inf:Muro

						en gavión;
50340	No	No	No	No	Infiltración/Estancamiento agua;	Cunetas + subdrenes + Relleno;
50568	Si	Si	No	No	Saturación de la masa de suelo;	Canal cortacorriente en corona + Remoción material inestable + Muro en Gavión + Relleno + Revegetalización;
51478	No	No	Si	No		
51556	Si	Si	Si	Si	Saturación de la masa de suelo;	Canal cortacorriente en corona + Remoción material inestable + Muro en Gavión + Relleno + Revegetalización;
51617	Si	No	Si	No	Concentración de escorrentía;	Cunetas + subdrenes + Rellenar + canal colector con estructura de caída;
52044	No	No	Si	No	Saturación de la masa de suelo + Concentración de escorrentía;	Cunetas + subdrenes + Relleno + Muro en gavión;
52439	No	No	No	No	Falla geológica o Proximidad a esta;	Estudio Geotécnico;
52620	No	No	Si	No	Infiltración/Estancamiento agua;	Cunetas + subdrenes + Relleno + Muro en concreto;
53840	No	No	Si	No		
54404	No	No	Si	No	Flujo concentrado;	Remove Bloques + Construcción Box-Calvert de buena capacidad + ampliación del cauce en la aproximación al puente;
54664	No	No	Si	No	Concentración de escorrentía + Saturación de la masa;	Remove material inestable + Muro en gavión + Relleno + Revegetalizar + Cunetas +

						Canal con caída;
55411	No	Si	No	No	Concentración de escorrentía;	Canal cortacorrientes en corona + Muro gavión;
55632	No	Si	No	No	Concentración de escorrentía + Saturación de la masa;	Conformar talud + Revegetalizar;
56258	No	Si	Si	No	Saturación de la masa del suelo;	Muro en gavión;
59693	Si	Si	Si	No	Falla geológica o Proximidad a esta;	Estudio Geotécnico;
60431	Si	Si	No	No	Saturación de la masa de suelo;	Canal cortacorrientes en corona + Conformar talud + Revegetalizar + Muro gavión;
62337	No	Si	No	No	Concentración de escorrentía;	Canal cortacorrientes + Revegetalizar;
62361	No	Si	No	No	Concentración de escorrentía;	Cunetas + subdrenes + Canal colector;
62415	No	Si	Si	No	Estancamiento agua;	Cunetas + subdrenes;
62659	No	Si	Si	No		
62863	Si	Si	Si	No	Infiltración en roca;	Muro tipo alcancía (muro + malla alambre reforzada);
66071	Si	No	No	No	Concentración de escorrentía;	Revegetalización;
66348	Si	No	No	No	Concentración de escorrentía;	Revegetalización;
66656	Si	No	No	No	Concentración de escorrentía + Saturación de la masa;	Remoción material inestable + Muro en gavión;
67384	Si	No	No	No	Concentración de escorrentía;	Canal en piedra pegada + Revegetalizar;
67766	Si	Si	Si	No	Saturación de la	Canal cortacorriente en

					masa;	corona + Muro en Gavión + Revegetalización descubierto;
68855	No	No	Si	No	Concentración de escorrentía;	Muro en concreto reforzado;
70835	Si	No	No	No	Concentración de escorrentía;	Canales cortacorrientes (espina de pescado) + Cunetas + Revegetalización;
70920	No	No	Si	No	Concentración de escorrentía;	Cunetas + Revegetalar;
71073	Si	No	No	No	Saturación de la masa + Concentración escorrentía;	Revegetalar;
71134	No	No	Si	No	Concentración de escorrentía;	Reconstruir entrega con refuerzo (colchón) + Relleno + Canal en piedra pegada;
71463	No	No	Si	No	Infiltración/Estanca miento agua;	Cunetas + subdrenes + Rellenar;
71481	Si	No	No	No	Saturación de la masa;	Canal en corona + Muro en gavión + Conformar talud + Revegetalización;
71601	No	Si	Si	No	Saturación de la masa + Concentración de la escorrentía;	Cunetas + subdrenes + Canal en corona + Muro en gavión + Conformar talud + Revegetalización;
71651	No	Si	No	No	Saturación de la masa + Concentración de la escorrentía;	Cunetas + subdrenes + Canal en corona + Muro en gavión + Conformar talud + Revegetalización;
72327	No	Si	No	No	Concentración de la escorrentía;	Talud Sup: Remoción material inestable + Revegetalar;
72409	No	No	No	No	Concentración de la	Cunetas + subdrenes +

					escorrentía;	Relleno;
72604	No	No	No	No	Infiltración/Estanca miento agua;	Cunetas + subdrenes + Relleno;
72903	No	No	No	No	Infiltración + Concentración de escorrentía;	Cunetas + subdrenes + Relleno + Construir batea o alcantarilla + canal colector;
73402	No	No	Si	No	Infiltración + Concentración de escorrentía;	Cunetas + subdrenes + Relleno + Muro en gavión (talud inf);
73590	No	Si	No	No	Infiltración/Estanca miento agua;	Cunetas + subdrenes + Relleno;
73759	No	No	Si	No	Infiltración/Estanca miento agua;	Cunetas + subdrenes + Relleno;
73958	No	No	Si	No	Concentración de la escorrentía;	Cunetas + subdrenes + Muro en concreto reforzado;
74497	No	No	No	No	Saturación de la masa + Concentración de la escorrentía + socavación en pie de talud;	Cunetas + Muro reforzado + Relleno + Canal en piedra pegada + Revegetalizar;
75058	No	Si	No	No	Concentración de la escorrentía;	Cunetas + subdrenes + Relleno + Revegetalizar;
75862	No		Si	No	Infiltración/Estanca miento agua;	Cunetas + subdrenes + Relleno;
76267	No	Si	Si	No	Saturación de la masa + Concentración de la escorrentía;	Cunetas + Muro en concreto reforzado + Revegetalizar;
76314	No	Si	Si	No	Saturación de la masa + Concentración de la escorrentía;	Cunetas + Muro en concreto reforzado + Revegetalizar;
76944	NO		Si	No	Saturación de la	Cunetas + Muro en

					masa;	gavión;
77352	No	Si		No	Saturación de la masa;	Cunetas + Relleno + Muro reforzado;
78376	Si	No	No	No	Saturación de la masa + Concentración de la escorrentía;	Canal en corona + Conformar talud + Revegetalizar;
79480	Si	No	No	No	Saturación de la masa + Concentración de la escorrentía;	Canal en corona + Conformar talud + Revegetalizar;
80523	No	No	Si	No	Concentración de la escorrentía;	Cunetas + Muro en concreto reforzado;
80699	Si	No	No	No	Concentración de la escorrentía;	Canal en corona + Canal colector + Revegetalizar;
80720	Si	No	No	No	Concentración de la escorrentía;	Canal en corona + Canal colector + Revegetalizar;
81214		No	Si	No	Concentración de la escorrentía;	Cunetas + Muro en concreto reforzado;
82602		No	Si	No	Flujo concentrado;	Construir Puente o Box-Calvert;
84275	No	No	Si	No	Concentración de la escorrentía;	Cunetas + subdrenes + Relleno;
84514	No	No	Si	No	Concentración de la escorrentía;	Cunetas + subdrenes + Canal colector;
85711	Si	No	No	No	Saturación subsuperficial;	Canal en la corona + Remoción material inestable + Muro en gavión + Relleno + Conformar talud + Revegetalizar;
86034	Si	No	Si	No	Saturación de la masa + Concentración de la escorrentía;	Talud Sup: Conformar talud + Revegetalizar; Talud Inf: Cunetas + Muro en concreto reforzado;
87232	No	Si	No	No	Saturación de la	Canal en la corona +

					masa;	Remoción material inestable + Muro en gavión + Relleno + Conformar talud + Revegetalizar;
88491	Si	No	No	No	Infiltración + Concentración de la escorrentía;	Remove material inestable + Conformar talud + Revegetalizar;
646	No	Si	No	No	Concentración de escorrentía + Erodabilidad del suelo;	Tender talud + Revegetalizar + cortacorriente en la corona;
1701	No	No	No	Si	Concentración de escorrentía + Erodabilidad del suelo;	Revegetalizar + cortacorriente en la corona;
3403	No	Si	No	No	Saturación del suelo;	Cortacorriente + Muro en gavión;
5111	Si	No	No	No	Concentración de escorrentía + Erodabilidad del suelo;	Revegetalizar;
7774	No	Si	Si	No	Saturación de la masa + Litología del material;	Canal cortacorriente en corona + remoción material inestable + Muro en gavión;
11900	No	Si	No	No	Concentración de escorrentía + Erodabilidad del suelo;	Revegetalizar + cortacorriente en la corona;
12971	Si	No	No	No	Concentración de escorrentía + Erodabilidad del suelo;	Revegetalizar + cortacorriente en la corona;

Tabla 14. Cantidades de sitios críticos, Causas y Técnicas de Remediación 4704.

5.5. Propuesta

Las obras de remediación recomendadas, pueden atacar los problemas geotécnicos debido a las aguas, pero para aquellos problemas donde la causa es la presencia de una falla geológica o la proximidad a esta, se recomienda un estudio geotécnico. En general, para tratar los problemas ocasionados por las lluvias, se recomiendan estructuras captadoras de escorrentía en los taludes (canales en la corona, cortacorrientes, estructuras de caídas) que deben empalmarse con cunetas y alcantarillas en la vía. Estas obras en general estarán acompañadas por estructuras de contención consistentes en muros en gavión, muros en concreto reforzado, muros alacantía, y por obras de conformación como la disminución de la pendiente de los taludes junto a la revegetalización de zonas desnudas. En algunos sitios críticos es necesario la reconstrucción de tramos de vía.

**VIA DEPARTAMENTAL
 PUENTE NACIONAL-JESUS MARIA-LA VENTA-FLORIAN
 (45AST12)**

5.6. LOCALIZACION

La vía se localiza en la zona sur del Departamento de Santander, comunica las poblaciones de Puente Nacional, Jesús María, La Venta y Florián. En la imagen a continuación se presenta la localización general de la vía.

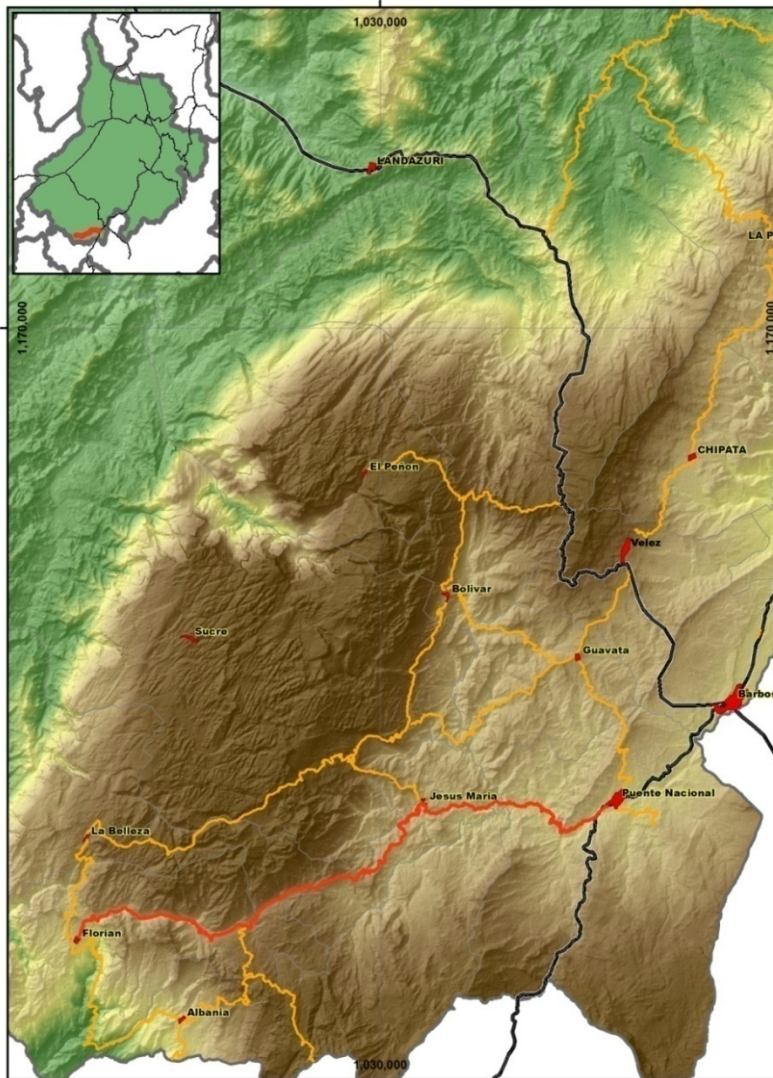


Figura 34. Localización de la vía priorizada 45AST12 (Puente Nacional-Florián).

5.7. CARACTERÍSTICAS DE LA VÍA

La vía hace parte del eje priorizado del Folclor y Bocadoillo perteneciente a la provincia de Vélez al sur del departamento de Santander. La longitud total de la vía es de 49.6 Km, de los cuales el 95.98% están en afirmado y el restante en pavimento flexible.

La vía tiene un ancho de calzada promedio de 5.2 m, a lo largo de su longitud aparenta un solo carril para el tránsito vehicular, debido a que su capa de rodadura en su mayoría es en afirmado no se identificaron bermas durante su recorrido.

Su tráfico promedio diario es de 241 vehículos (18-20 Mayo/2009)

A continuación se presenta un cuadro resumen de las características principales de la vía.

CARACTERÍSTICA	UNIDAD	CANTIDAD	CARACTERÍSTICA	UNIDAD	CANTIDAD
Características geométricas					
Longitud total	km	49.6	Obras de drenaje		
Ancho mínimo	m	3	Número de alcantarillas	unidad	275
Ancho promedio	m	5.2	Alcantarillas de < 36"	unidad	86
Ancho máximo	m	8.1	Alcantarillas de >= 36"	unidad	189
Pendiente longitudinal media	%	-			
Bombeos medios	%	2	Box Couverts	unidad	19
% terreno montañoso	%	100	Estructuras		
% terreno escarpado	%	-	Número de puentes	unidad	14
% terreno ondulado	%	-	Luz media de puentes	m	9.41
% terreno plano	%	-	Gálibo medio de puentes	m	4.55
Características capa de rodadura			Estructuras		
Longitud Pavimentos Asfáltico	km	1.99	Número de muros de contención	unidad	16
Longitud Afirmado	km	47.61	Long. total muros de contención	m	378.08

Tabla 15. Características generales de la vía 45AST12.

5.8. ANÁLISIS DE TRANSITO Y DETERMINACION DE EJES EQUIVALENTES

Por medio de una estación de conteo de 12 horas ubicada en Puente Nacional - Jesús María - La Venta – Florián y aplicando factores de expansión por medio de imágenes del INSTITUTO NACIONAL DE VIAS se calculo un tráfico promedio diario de 99 vehículos (por día, el tipo de vehículo más representativo que transita corresponde a carros particulares con un porcentaje de participación del 79% corresponden a vehículos livianos y un 21% a transporte de carga.

El número de ejes equivalentes kN_{80} se calcularon con tasa de crecimiento del 3% anual y con un factor de seguridad del 80% del cual se obtuvo como resultado que para un periodo de diseño de 10 años el diseño debe soportar una carga de:

$$14870 kN_{80}$$

5.9. SITIOS CRITICOS

Las vías son estructuras susceptibles a muchos agentes que pueden perjudicar su funcionamiento y servicio, por esto es importante un mantenimiento rutinario a las vías que estén propensas a cualquier problema ya sea por inestabilidad de taludes o excesos de agua. Los sitios críticos son los puntos que indicaran una posible amenaza para el desarrollo y servicio normal, las perturbaciones pueden ser por derrumbes, deslizamientos o inestabilidad en la banca. Para sustentar la identificación de estos sitios es fundamental reconocer en campo ciertas señales que dejan los movimientos de tierra que darán aviso de futuras catástrofes y ayudaran entonces a estudiarlos y prevenirlos.

5.10. Estado Actual

Se identificaron 45 sitios críticos a lo largo de toda la vías, principalmente se observa un mal manejo de la escorrentía y carencia de obras de drenaje elementales como cunetas, filtros, alcantarillas de diámetros pequeños, entre otras. Para mitigar estos problemas se plantea en general un del manejo de aguas

de escorrentía por el uso de cunetas, alcantarillas, entre otras estructuras, la estabilización por medio de muros gavión y muros en concreto reforzado, revegetalización para las zonas descubiertas y propensas a la erosión.

PR	DER RU MB E	DESL IZAMI ENTO	ESTAB ILIDAD BANC A	REPTA CION	CAUSA	TECNICA REMIEDIACION
1065	No	No	Si	No	Infiltración de escorrentía;	Cunetas + subdrenes + Reparación vía;
1173	No	No	Si	No	Infiltración de escorrentía;	Cunetas + subdrenes + Reparación vía;
1580	No	No	Si	No	Infiltración de escorrentía;	Cunetas + subdrenes + Reparación banca;
1725	No	No	Si	Si	Infiltración de escorrentía + Inestabilidad del talud;	Estudio Geotécnico;
2355	No	No	Si	No	Infiltración/Estancamiento o agua;	Cunetas + subdrenes + Relleno;
3147	No	No	No	No	Infiltración/Estancamiento o agua; Geología del sitio (rocas)	Cunetas + subdrenes; Cortar rocas
3350	No	No	Si	No	Infiltración/Estancamiento o agua;	Cunetas + subdrenes + Relleno;
3453	No	No	Si	No	Infiltración/Estancamiento o agua;	Cunetas + subdrenes + Relleno;
3648	No	No	Si	No	Infiltración/Estancamiento o agua + Cunetas sin revestir;	Cunetas + subdrenes + Relleno;
3910	No	No	Si	No	Infiltración/Estancamiento o agua;	Cunetas + subdrenes + Relleno;
3953	No	Si	No	No	Saturación subsuperficial + Pendiente;	Muro en Gavión + Cunetas + subdrenes;
4371	No	No	No	No	Infiltración/Estancamiento o agua;	Cunetas + subdrenes + Relleno;
4861	No	No	Si	No	Infiltración/Estancamiento	Cunetas + subdrenes +

					o agua;	Relleno;
1521	No	Si	No	No	Saturación subsuperficial;	Relleno + Muro en Gavión + Canal en corona;
5546	No	Si	No	No	Concentración escorrentía en talud; Infiltración/Estancamiento o agua en vía;	Revegetalizar + Cunetas + subdren;
5681	No	No	No	No	Infiltración/Estancamiento o agua;	Cunetas + subdrenes + Relleno;
2088	No	No	Si	No	Infiltración/Estancamiento o agua;	Cunetas + subdrenes + Relleno;
6197	No	No	Si	No	Infiltración/Estancamiento o agua;	Cunetas + subdrenes + Relleno;
6594	No	No	Si	No	Erosión concentrada en la estructura de entrega y en el borde de vía;	Reconstrucción alcantarilla + Cuneta en borde derecha + Relleno
6840	No	No	Si	No	Infiltración/Estancamiento o agua; Escorrentía superficial	Cunetas + subdrenes; Rellenar surcos + Revegetalizar
6897	No	No	Si	No	Infiltración/Estancamiento o agua; Concentración Escorrentía	Cunetas + subdrenes; Relleno + Revegetalizar
7100	No	No	Si	No	Infiltración/Concentración escorrentía	Cunetas + subdrenes + Relleno;
7226	No	No	Si	No	Concentración escorrentía;	Cunetas + subdrenes; Relleno reforzado con geosintético;
7348	No	No	Si	No	Infiltración agua;	Muro Reforzado;
8148	No	No	Si	No	Infiltración/Estancamiento o agua;	Cunetas + subdrenes + Relleno;
9945	No	No	Si	Si	Indicio inestabilidad talud + Infiltración;	Cunetas + subdrenes + Rellenar + Muro de contención reforzado;
10350	No	Si	No	Si	Saturación subsuperficial;	Canal en corona + Relleno + Gavión;
10392	No	Si	Si	Si	Concentración de	Cunetas + subdrenes;

					escorrentía (en talud); Infiltración/ Estancamiento agua;	
10749	No	Si	Si	No	Concentración de escorrentía;	Relleno reforzado + cunetas + subdrenes;
10864	No	No	Si	No	Infiltración/Estancamiento o agua;	Cunetas + subdrenes + Relleno;
11504	No	No	Si	Si	Saturación subsuperficial;	Estructura enterrada (pilas, pilotes, caissons);
12868	Si	No	Si	No	Saturación subsuperficial; Infiltración/Estancamiento o agua;	Muro en Gavión + Cunetas + subdrenes;
13926	Si	No	No	No	Saturación del suelo;	Remoción material (caído y por caer) + relleno + Muro en Gavión + Canal en corona;
16211	Si	No	No	No	Infiltración + Pendiente + Escorrentía superficial;	Remoción material (caído y por caer) + Cunetas + subdrenes;
18971	No	No	Si	Si	Deficiencia compactación + Mal manejo escorrentía;	Recompactación + Cuneta (izquierda) + subdrenes;
20524	No	No	Si	No	Concentración escorrentía	Cunetas + subdrenes + Revegetalizar (mateo);
25216	Si	Si	Si	No	Saturación subsuperficial;	Remoción material (caído y por caer) + relleno + Muro en Gavión + Canal en corona;
26604	No	Si	Si	No	Saturación de la masa + concentración de escorrentía;	Actualmente se están tomando medidas con muro en Gavión;
28177	No	No	No	No		Revestir/Construir cuneta al pie del talud;
30127	No	No	Si	No	Infiltración/Estancamiento o agua;	Cunetas + subdrenes + Relleno;

41294	Si	Si	Si	No	Saturación de la masa + concentración de escorrentía;	Remoción material (caído y por caer) + relleno + Muro en Gavión + Canal en corona+Cunetas + subdrenes;
41830	Si	No	No	No	Saturación de la masa + Infiltración;	Remoción material + Gavión + Cunetas + subdrenes;
42040	Si	No	No	No		
46080	Si	No	No	No	Saturación de la masa + Infiltración;	Remoción material (caído y por caer) + Muro en Gavión tipo alcancía + Revegetalizar talud;
45898	Si	Si	No	No		
48041	Si	No	No	No	Saturación de la masa + Infiltración + Concentración de la escorrentía;	Estructuras de contención de caídos tipo muros alcancía + bermas intermedias(ver esquema);

Tabla 16. Cantidades de sitios críticos, Causas y Técnicas de Remediación 45AST12.

5.11. Propuesta

Las obras de remediación recomendadas, pueden atacar los problemas geotécnicos debido a las aguas, pero para aquellos problemas donde la causa es la presencia de una falla geológica o la proximidad a esta, se recomienda un estudio geotécnico. En general, para tratar los problemas ocasionados por las lluvias, se recomiendan estructuras captadoras de escorrentía en los taludes (canales en la corona, cunetas) que deben empalmarse con alcantarillas en la vía. Estas obras en general estarán acompañadas por estructuras de contención consistentes en muros en gavión, muros en concreto reforzado, muros alcancía, y



por obras de conformación como la disminución de la pendiente de los taludes junto a la revegetalización de zonas desnudas.

VIA DEPARTAMENTAL BUCARAMANGA-LA PLAYA-MATANZA-SURATA-CALIFORNIA (45AST07)

5.12. LOCALIZACION

La vía se localiza en la zona nororiental del Departamento de Santander, comunica las poblaciones de Bucaramanga, La Playa, Matanza, Suratá y California. En la imagen a continuación se presenta la localización general de la vía.

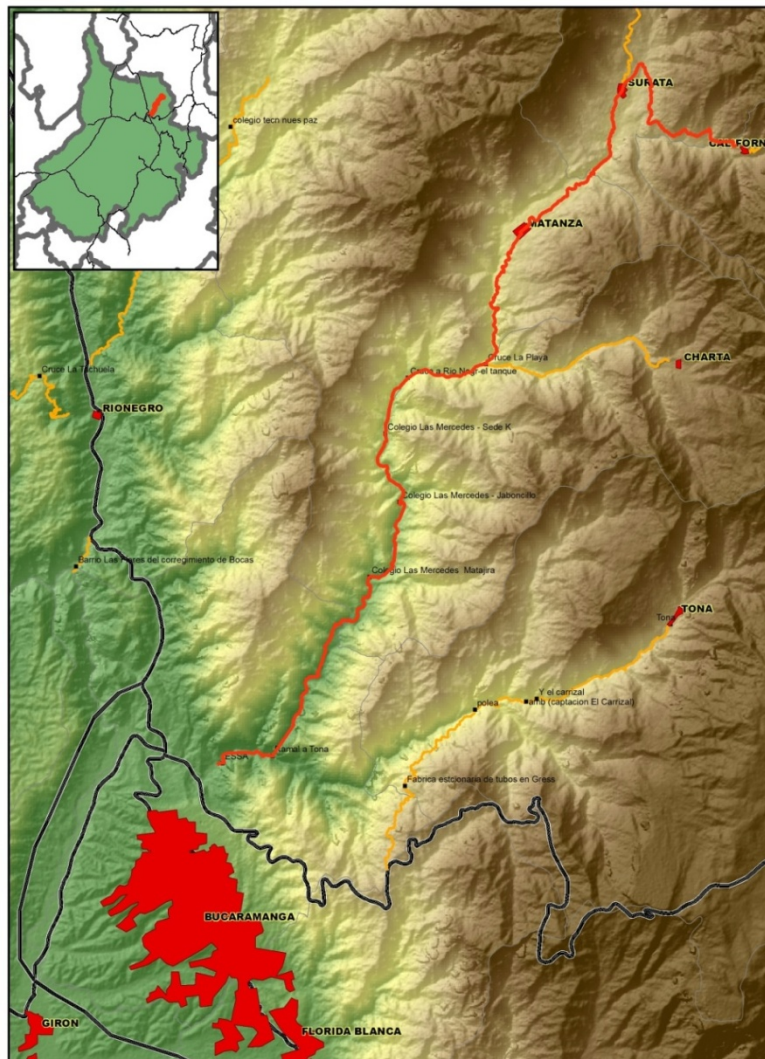


Figura 35. Localización de la vía priorizada 45AST07 (Bucaramanga-Matanza-California).

5.13. CARACTERISTICAS DE LA VIA

La vía hace parte del grupo de vías departamentales priorizadas por el plan vial regional de Santander perteneciente al eje del “*Aurífero y del agua*”. Hace parte de provincia de Soto. La longitud total de la vía es de 45.20 Km, el porcentaje de capa de rodadura en afirmado (63.76%) y el 36.24 % en asfalto.

La vía tiene un ancho de calzada promedio de 5.44 m, a lo largo de su longitud ofrece aparentemente un solo carril para el tránsito vehicular, debido a que su capa de rodadura en su mayoría es en afirmado no se identificaron bermas durante su recorrido. En cuanto al tipo de terreno característico a lo largo de la vía es montañoso.

A continuación se presenta un cuadro resumen de las características principales de la vía.

CARACTERISTICA	UNIDAD	CANTIDAD	CARACTERISTICA	UNIDAD	CANTIDAD
Características geométricas					
Longitud total	km	45.2	Obras de drenaje		
Ancho mínimo	m	3.7	Número de alcantarillas	unidad	189
Ancho promedio	m	5.44	Alcantarillas de < 36"	unidad	48
Ancho máximo	m	7.6	Alcantarillas de >= 36"	unidad	141
Pendiente longitudinal media	%	-			
Bombeos medios	%	2.04	Box Couverts	unidad	9
% terreno montañoso	%	100	Estructuras		
% terreno escarpado	%	-	Número de puentes	unidad	18
% terreno ondulado	%	-	Luz media de puentes	m	10.36
% terreno plano	%	-	Gálbo medio de puentes	m	3.33
Características capa de rodadura			Estructuras		
Longitud Pavimentos Asfáltico	km	16.38	Número de muros de contención	unidad	51
Longitud Afirmado	km	16.132	Long. total muros de contención	m	1225.53

Tabla 17. Características generales de la vía 45AST07.

5.14. ANÁLISIS DE TRANSITO Y DETERMINACION DE EJES EQUIVALENTES

Por medio de una estación de conteo de 12 horas ubicada en Bucaramanga-La Playa- Matanza-Surata-California y aplicando factores de expansión por medio de imágenes del INSTITUTO NACIONAL DE VIAS se calculo un tráfico promedio diario de 117 vehículos (por día, el tipo de vehículo más representativo que transita corresponde a carros particulares con un porcentaje de participación del 62 % corresponden a vehículos livianos y un 38 % a transporte de carga pequeños.

El número de ejes equivalentes kN_{80} se calcularon con tasa de crecimiento del 3% anual y con un factor de seguridad del 80% del cual se obtuvo como resultado que para un periodo de diseño de 10 años el diseño debe soportar una carga de:

$$270182 \text{ kN}_{80}$$

5.15. SITIOS CRITICOS

Las vías son estructuras susceptibles a muchos agentes que pueden perjudicar su funcionamiento y servicio, por esto es importante un mantenimiento rutinario a las vías que estén propensas a cualquier problema ya sea por inestabilidad de taludes o excesos de agua. Los sitios críticos son los puntos que indicaran una posible amenaza para el desarrollo y servicio normal, las perturbaciones pueden ser por derrumbes, deslizamientos o inestabilidad en la banca. Para sustentar la identificación de estos sitios es fundamental reconocer en campo ciertas señales que dejan los movimientos de tierra que darán aviso de futuras catástrofes y ayudaran entonces a estudiarlos y prevenirlos.

5.16. Estado Actual

Se identificaron 13 sitios críticos a lo largo de toda la vía, clasificados así: nueve derrumbes, un deslizamiento y tres problemas de estabilidad de banca.

Los derrumbes ocasionados en su mayoría por desprendimientos de diaclasas, por erosiones, falta de vegetación en la zona, infiltraciones, pendientes altas, etc. Para solucionar estos problemas se plantean muros de contención, peinar y escalar el talud, revegetalizaciones.

PR	DER RU MB E	DESL IZAMI ENTO	ESTAB ILIDAD EN BANC A	REPTA CION	CAUSA	TECNICA REMEDIA CION DE
16383	No	No	Si	No	Desliz. Por inestab. Terreno	Muro de gaviones 4 mt
16634	Si	No	No	No	Rodamiento de material, posible deslizamiento de capa vegetal.	Muro alcancía 2mt
17295	Si	No	No	No	Desliz de diaclasas	Inyección de lechada
4823	Si	No	No	No	Pendientes muy altas	Talud escalonado (3 bermas de 2mt h) y revegetalización
26495	Si	No	No	No	Erosión y alta pendiente de talud	Talud escalonado, revegetalización
26844	Si	No	No	No	Inestabilidad suelo, talud muy alto	Anclajes o talud escalonado (aprox. de 10 m a 1:1 o 1,2:1)
33858	Si	No	No	No	Rodamiento de material	Colocación de malla anclada y revegetalización
41311	No	No	Si	No	Desliz. Por posible nivel freático	Drenajes penetrados horizontal (aprox. 20m con pendiente 2 a 7%)
41653	No	Si	No	No	Deslizamiento de capa vegetal	Limpieza malla anclada y revegetalización
42165	No	No	Si	No	Mala entrega de agua drenada (socavación)	Canalización de aguas en el talud

42188	Si	No	No	No	Derrumbe cantos	Muro de gaviones 4mt
43033	Si	No	No	No	Desliz de diaclasas	Malla anclada
44314	Si	No	No	No	Rodamiento de material granular	Malla anclada

Tabla 18. Cantidades de sitios críticos, Causas y Técnicas de Remediación 45AST07.

5.17. Propuesta

Las obras de remediación recomendadas, pueden atacar los problemas geotécnicos debido a las aguas, pero para aquellos problemas donde la causa es la presencia de una falla geológica o la proximidad a esta, se recomienda un estudio geotécnico. En general, para tratar los problemas ocasionados por las lluvias, se recomiendan estructuras captadoras de escorrentía en los taludes (canales en la corona, cortacorrientes, estructuras de caídas) que deben empalmarse con cunetas y alcantarillas en la vía. Estas obras en general estarán acompañadas por estructuras de contención consistentes en muros en gavión, muros en concreto reforzado, muros alcancía, y por obras de conformación como la disminución de la pendiente de los taludes junto a la revegetalización de zonas desnudas. Algunas alcantarillas han fallado debido a la socavación extrema en la entrega, para lo cual se ha propuesto la reconstrucción de estas pero con un muro colchón de defensa.

CONCLUSIONES

La red vial del departamento de Santander es sin lugar a duda un elemento de infraestructura muy importante en el desarrollo de la región y muy especialmente de cada uno de los municipios vinculados a esta red. El bienestar económico y social de un municipio depende en gran medida de la posibilidad de movilidad y acceso de productos y servicios a la población. Es casi imposible no intervenir, como el estado de la vía define en gran medida el desarrollo de una población y el bienestar de su gente. En la actualidad la red vial del departamento se encuentra bastante desarrollada en zonas bien definidas en las que el turismo y la producción petrolera son una gran fuente de recursos económicos pero en otras zonas la red vial secundaria es bastante deficiente. En estos momentos se están ejecutando proyectos como el plan vial regional el cual permitirá el mejoramiento de las vías y de alguna manera mejorará con la ejecución de obras de pavimentación y ampliación de las vías departamentales. Además del mal estado de gran cantidad de vías en cuanto a superficie de rodadura, se presenta una gran deficiencia en materia de obras de drenaje y de contención ya que durante los recorridos de campo se identificó que la gran mayoría de los problemas se presentan por la insuficiencia de dichas estructuras. En general en las vías no se cuentan con obras periódicas de mantenimiento lo cual se ve reflejado en el deterioro de superficies de rodadura tanto pavimentadas como en afirmado y es también evidente el deterioro de estructuras como muros de contención, puentes, alcantarillas y cunetas, ya que es muy notable la presencia de materia vegetal y residuos en estos Sitios Críticos. Hablando específicamente del tema de los Sitios Críticos se puede decir que la principal causa de los problemas en estos puntos ubicados a los costados de la vía se debe a un mal uso de mantenimientos sobre estas vías que son recurso vivo de la naturaleza, además soporte de nuestra economía y oportunidad de desarrollo. Las medidas que se deberían tomar son de tipo preventivo y correctivo implementadas en comités de mantenimiento periódico. En general se puede decir que la necesidad de inversión en materia de

vías secundarias es inminente bien sea para conservación en condiciones actuales o en condiciones de pavimentación y aumento de tráfico. Para esta última cabe anotar que prácticamente todas las estructuras como obras de drenaje, de contención y puentes deben ser reemplazados o reforzados. La mayoría de los sitios Críticos se encuentran en casi todas las vías inventariadas, pero poco se habla de ello, puesto que con una “maquillada” se arregla el problema, algunas veces difíciles de tratar por la presencia de fallas, pero como dice un profesor, “contra la madre naturaleza, no se puede, es mejor respetarla y dejarla solita” . Es muy difícil no notar lo importante que es una vía de comunicación terrestre en la vida de una población, para un pueblo la carretera lo es todo ya que esta influye directamente en su calidad de vida. Durante los recorridos era muy frecuente escuchar preguntas de las personas, estas deseaban saber si la carretera iba a ser pavimentada o no y se les podía ver en el rostro la gran esperanza de ser escuchados. La idea que queda en la mente luego de recorrer todas aquellas vías secundarias del departamento, es la de querer hacer algo para mejorar el estado de dichas vías para hacer nuestro país y la región mucho más pujante y emprendedora. La práctica deja muchos conocimientos, no solo acerca de las circunstancias en la que se encuentra el departamento en materia de vías si no que también brinda mucha información técnica que sin lugar a duda va a ser de gran utilidad en el futuro como profesional. Hay conceptos técnicos que en campo se aprenden mucho mejor y otros que se refuerzan, el trabajar en un proyecto real hace fuerte el carácter como profesional y aterriza muchas ideas que la facultad en ocasiones ignora. Es por eso que los inventarios viales son la base de una buena ingeniería y aplicando adecuadamente los buenos consejos y grandes conocimientos que deja la experiencia vivida y compartida.

BIBLIOGRAFÍA

- <http://www.uis.edu.co/portal/investigacion/centros/geomatica.html>

- Especificaciones técnicas suministradas por el Ministerio de Transporte para la elaboración del inventario.

- Estudio é investigación del estado actual de las obras de la red nacional de carreteras – convenio interadministrativo 0587-03

- MORENO LANDAZÁBAL, Harold Marcelo. Apuntes curso de Estabilidad de Taludes. Universidad Industrial de Santander.

- SUÁREZ D, Jaime. Deslizamientos y Estabilidad de Taludes en zonas tropicales. Edición UIS. Bucaramanga. Colombia. 1998
*[http://albatros.uis.edu.co/~pagina/profesores/planta/jsuarez/publicaciones/li
brotaludes/](http://albatros.uis.edu.co/~pagina/profesores/planta/jsuarez/publicaciones/li
brotaludes/)*



ANEXO 1. Manual de Inspección Visual de Sitios Críticos como soporte de campo,
utilizado para el Inventario de Vías Secundarias de Santander y Norte de
Santander.

MANUAL TÉCNICO PARA IDENTIFICACIÓN DE SITIOS CRÍTICOS



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
2009

INTRODUCCIÓN

Las vías son estructuras susceptibles a muchos agentes que pueden perjudicar su funcionamiento y servicio, por esto es importante un mantenimiento rutinario a las vías que estén propensas a cualquier problema ya sea por inestabilidad de taludes o excesos de agua. Los sitios críticos son los puntos que indicaran una posible amenaza para el desarrollo y servicio normal, las perturbaciones pueden ser por derrumbes, deslizamientos o inestabilidad en la banca. Para sustentar la identificación de estos sitios es fundamental reconocer en campo ciertas señales que dejan los movimientos de tierra que darán aviso de futuras catástrofes y ayudaran entonces a estudiarlos y prevenirlos.

OBJETIVO

Objetivo General:

Mostrar a los profesionales y practicantes las señales y criterios académicos para la determinación e identificación de los sitios críticos en las vías, así como su evaluación y calificación.

Objetivos Secundarios

- Identificar las señales de una futura amenaza para la vía.
- Formar criterios para evaluar de acuerdo a la severidad.

ALCANCE

El presente manual busca dejar clara la información que los profesionales y practicantes, o los encargados del inventario, deberán conocer previamente a su trabajo en campo, con el fin de facilitar trabajos y unificar conceptos para una correcta y acertada identificación, diferenciación y calificación a los sitios críticos que se encuentren.

SITIOS CRÍTICOS

Los sitios críticos se refieren específicamente a los problemas o posibles puntos en los cuales las propiedades de las estructuras que mitiguen amenaza estén fallando, o lugares en los cuales se note la necesidad de alguna obra para evitar daños o desastres en la vía.

La identificación de estos puntos se hará durante el recorrido, indicándose la abscisa de inicio y terminación, el lado en el que se encuentra según sentido de la vía (derecha o izquierda), determinar si está ubicado en talud superior o inferior

Para poder señalar un punto como crítico se deben perseguir ciertas señales que los hacen más evidentes, los encargados del inventario deben observar con detenimiento los siguientes daños que pueden ser razón y causa de un futuro inconveniente:

SEÑALES DE MOVIMIENTO	DESCRIPCIÓN
GRIETAS DE TRACCION EN CARRETERAS O EN LOS TALUDES	Permite infiltración de agua, reduciendo la resistencia en largo del plano de falla por la presión de poros adicional. Indican que la ladera o talud esta en primeras etapas de movimiento.
HUNDIMIENTO DE SUBRASANTE	Indican reptación de la ladera o inestabilidad de talud inferior. Asociado también con el asentamiento del relleno alrededor de las alcantarillas.
DETRITOS EN LA VÍA.	Por desintegración de la roca, por transporte y deposito de corrientes de agua. Pueden ser antecedentes a una caída masiva de rocas o de un deslizamiento.
ABULTAMIENTO SOBRE O BAJO LA CARRETERA.	Indica acumulación de masa deslizada en la pata del talud.
CAMBIOS DE FORMA	Desviaciones de arboles, líneas eléctricas, postes, cercados, indican movimientos de terreno
DEFORMACIÓN DE ESTRUCTURAS ADYACENTES.	Afectación de puentes, edificaciones o muros. Puentes: inclinación estribos o asentamientos en losas de aproximación→Reptación o Creep Edificaciones: Agrietamientos en muros, cimentaciones, levantamientos, hundimientos. Muros: Perdidas de verticalidad o agrietamientos por empujes de las masas deslizadas.
EROSIÓN	Problemas de socavación por defectos en entregas de las estructuras de drenaje en pata de terraplenes o taludes de corte.

Para cada uno de los sitios encontrados durante el recorrido, los encargados deberán determinar el grado de severidad de acuerdo a la tabla que se adjunta, describir la causa del problema presentado y brindar una recomendación de intervención:

PR. INICIAL		PR. FINAL		CODIGO DE LA VIA	LADO	TIPO	TALUD
	+		+				

LADO	DERECHO
	IZQUIERDO

TIPO	ESTABILIDAD DE BANCA
	DERRUMBE
	DESLIZAMIENTO

LADO	SUPERIOR
	INFERIOR

Los tipos de puntos críticos se describirán a continuación:

1. DERRUMBES:

Los derrumbes se clasificaron en **caídos e inclinación**; pero para casos prácticos del inventario, se clasificara como **DERRUMBE** y se calificara con un nivel de severidad, el formato llevará una casilla extra para observaciones donde se describirá cual de los dos eventos es el encontrado.

- **Caídos:**

Son desprendimientos o caídos de material directamente desde el talud. Los caídos pueden incluir desde partículas relativamente pequeñas hasta bloques de varios metros cúbicos, este incluye un rango completo de movimientos rápidos tales como: saltos, brincos, rebotes, giros, caídas, etc.

Para la calificación de su severidad se validará en la cantidad de rocas desprendidas y frecuencia en que se presenten los caídos.

BAJA	Frecuencia caída uno o dos veces por año
MEDIA	Frecuencia caída tres a seis veces por año
ALTA	Frecuencia caída mayores de seis veces por año



- **Inclinación o Volteo**

Rotación hacia adelante con centro de giro por debajo del centro de gravedad de la masa, los cuales son producidos por fuerzas de agua en grietas o juntas o por movimientos sísmicos.



El nivel de severidad se medirá con el ángulo de desprendimiento y el nivel de separación de las juntas, siendo estos parámetros tan complejos para medir en campo se dejan a criterio del ingeniero inspector.

BAJA	Descritos por el Ingeniero que haga la inspección, bajo su criterio.
MEDIA	
ALTA	

2. DESLIZAMIENTOS

Dividimos los deslizamientos en Rotacionales y Traslacionales; para el inventario se clasificara como Deslizamiento y su respectivo nivel de severidad pero en las observaciones se describirá cual de los dos eventos es el encontrado.

- **Deslizamiento Rotacional**

En un deslizamiento rotacional la superficie de falla es cóncava hacia arriba y el movimiento es rotacional con respecto a un eje paralelo a la superficie del terreno y transversal al deslizamiento.



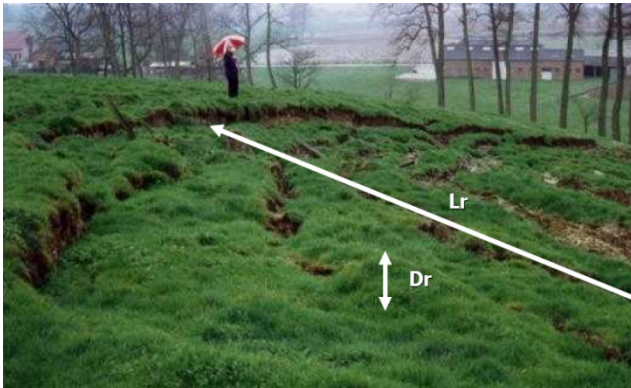
Severidad

El nivel de Severidad se va de medir de acuerdo a la cantidad de material deslizado y la frecuencia en que se presenten los deslizamientos.

BAJA	Posibilidad de deslizamiento a futuro
MEDIA	Deslizamiento pronunciado, pero aun no afecta la vía
ALTA	Terreno ya deslizado y afecta parte o la totalidad de la vía.

- **Deslizamiento traslacional**

En el deslizamiento de traslación el movimiento de la masa se desplaza hacia fuera o hacia abajo, a lo largo de una superficie más o menos plana o ligeramente ondulada y tiene muy poco o nada de movimiento de rotación o volteo.



El nivel de severidad se evaluará de acuerdo a la cantidad de material deslizado y la frecuencia de los deslizamientos.

BAJA	Posibilidad de deslizamiento a futuro
MEDIA	Deslizamiento pronunciado, pero aun no afecta la vía
ALTA	Terreno ya deslizado y afecta parte o la totalidad de la vía.

3. ESTABILIDAD DE BANCA

La Estabilidad en banca la clasificamos en **Caída de la banca** y **Hundimiento de Subrasante**; pero para el inventario a realizar se levantará únicamente como Estabilidad de banca además de su respectivo nivel de severidad, existirá una casilla de observaciones donde se describirá cual de los dos eventos, según la clasificación es el encontrado.

- **Caída de banca**

Caídas de banca se le denomina a los sitios en los cuales la banca ha perdido o está por perder parte de su estructura por motivo de un deslizamiento en la parte inferior de la banca.



Severidad

BAJA	Caída de banca con afectación de calzada < 2% del ancho de la calzada
MEDIA	Caída de banca con afectación de calzada entre 2% y el 10% del ancho de la calzada
ALTA	Caída de banca con afectación de calzada >10% del ancho de la calzada

- **Hundimiento de Subrasante**

Los hundimientos corresponden a depresiones localizadas en la subrasante con respecto al nivel normal. Los hundimientos pueden estar orientados de forma longitudinal o transversal al eje de la vía, o pueden tener forma de medialuna, en cualquier caso, el reporte del daño debe incluir en las aclaraciones la orientación o la forma del hundimiento, si es fácilmente identificable en campo.



Severidad

BAJA	Hundimientos menores de 5 cm
MEDIA	Hundimientos entre 5-20 cm
ALTA	Hundimientos mayores a 20 cm

4. REPTACION

La reptación o “creep” consiste en movimientos muy lentos a extremadamente lentos del suelo subsuperficial sin una superficie de falla definida; La reptación se la atribuye a las alteraciones climáticas relacionadas con los procesos de humedecimiento y secado en suelos, usualmente, muy blandos o alterados.



Severidad

BAJA	Reptación lejos de la vía o muy al costado sin afectación en la vía
MEDIA	Reptación cerca de la vía, pero aun no ha afectado
ALTA	El movimiento de la masa arrastra la vía.